Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

collection
ENVIROGUIDE

LE CHLORURE DE POTASSIUM

Canada

mars 1985

86-03113/

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

LE CHLORURE DE POTASSIUM

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
MARS 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986
N° de cat. En 48-10/35-1986F
ISBN 0-662-93648-5
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

AVANT-PROPOS

La collection «Enviroguide» a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos III
Remerciements III
Liste des figures VII
Liste des tableaux VIII
Abréviations et symboles X
Définitions XII
Sigles XII

1 **Résumé**

2 **Propriétés physiques et chimiques**

3 **Production, transport et commerce**
3.1 Qualités et teneurs 7
3.2 Fabricants situés au Canada 7
3.3 Autres fournisseurs 7
3.4 Production, transport, exportation 8
3.5 Volume de production 8
3.6 Fabrication industrielle 8
3.6.1 Information générale 8
3.6.2 Procédés de fabrication 8
3.6.2.1 Cristallisation 8
3.6.2.2 Flottation 9
3.7 Principales utilisations au Canada 9
3.8 Principaux acheteurs au Canada 10

4 **Manutention du produit et compatibilité**
4.1 Citernes et autres récipients d'expédition 10
4.1.1 Transport en vrac 12
4.1.2 Transport sous emballage 14
4.2 Spécifications et équipement pour la manutention des solutions 14
4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux 17

5 **Fuite et migration du produit**
5.1 Aperçu général 17
5.2 Fuite du produit 17
5.2.1 Introduction 17
5.3 Diffusion dans l'atmosphère 17
5.4 Comportement dans l'eau 17
5.4.1 Introduction 18
5.4.2 Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau 18
5.4.2.1 Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées 21
5.4.2.2 Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau 21
5.4.3 Exemples de calcul 21
5.4.3.1 Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées 29
5.4.3.2 Teneur en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau 29
5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol 29
5.5.1 Introduction 30
5.5.2 Migration du polluant dans un sol à capacité au champ 30
5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant 30
5.5.4 Types de sol 36
5.5.5 Nomogrammes de la migration 36
5.5.6 Exemple de calcul 36

6	**Protection de l'environnement**	
6.1	Limites maximales admissibles	37
6.1.1	Qualité de l'eau	37
6.1.2	Qualité de l'air	37
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	37
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux USA	37
6.2.2	Mesures de la toxicité	37
6.3	Toxicité pour le bétail	38
6.4	Études sur le milieu aquatique	38
6.5	Effets sur les végétaux	39
6.6	Dégradation du polluant	40
6.7	Devenir et effets à long terme	40
7	**Protection de la santé**	
7.1	Normes d'exposition	41
7.2	Données sur l'action irritante	41
7.2.1	Contact avec la peau	41
7.2.2	Contact avec les yeux	41
7.3	Données sur les propriétés organoleptiques	41
7.3.1	Odeur	41
7.3.2	Saveur	41
7.4	Études sur les effets toxiques	42
7.4.1	Inhalation (de poussière)	42
7.4.2	Ingestion	42
7.4.3	Administration par voie sous-cutanée	43
7.4.4	Mutagénicité, tératogénicité et carcinogénicité	43
7.5	Symptômes et conséquences de l'intoxication	43
7.5.1	Inhalation	43
7.5.2	Ingestion	43
7.5.3	Contact avec la peau	43
7.5.4	Contact avec les yeux	43
8	**Compatibilité chimique**	
8.1	Compatibilité entre le chlorure de potassium et divers agents	44
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	
9.1	Mesures recommandées	45
9.1.1	Danger d'incendie	45
9.1.2	Mesures d'intervention en cas de déversement	45
9.1.2.1	Information générale	45
9.1.2.2	Déversement sur le sol	45
9.1.2.3	Déversement dans l'eau	45
9.1.3	Élimination du polluant	45
9.1.4	Appareils et vêtements de protection	45
10	**Cas de déversement accidentel**	
10.1	Information générale	46
11	**Identification et dosage du polluant**	
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air	47
11.1.1	Spectrophotométrie d'absorption atomique	47
11.2	Identification du polluant présent dans l'air	47
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau	48
11.3.1	Photométrie de flamme	48
11.4	Identification du polluant présent dans l'eau	48
11.5	Dosage du polluant présent dans le sol	48
11.5.1	Photométrie de flamme	48
11.6	Identification du polluant présent dans le sol	48

12 **Références et bibliographie**
12.1 Références 49
12.2 Bibliographie 52

LISTE DES FIGURES

1	Solubilité dans l'eau en fonction de la température	6
2	Diagramme de phases	6
3	Wagons-trémies couverts; classe LO de l'AAR	11
4	Fûts types	13
5	Étapes à suivre pour calculer la teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées	19
6	Distance en fonction du temps	20
7	Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal	22
8	Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique	23
9	Alpha en fonction du coefficient de distribution turbulente	24
10	Delta en fonction d'alpha	25
11	Teneur maximale en fonction de delta	26
12	Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique	27
13	Teneur moyenne en fonction du volume d'eau	28
14	Migration dans le sous-sol	31
15	Plan d'utilisation des nomogrammes	32
16	Migration dans un sable grossier	33
17	Migration dans un sable limoneux	34
18	Migration dans un till argileux	35

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogrammes de la conversion	5
2	Caractéristiques du wagon-trémie couvert de classe LO (AAR) utilisé pour le chlorure de potassium	10
3	Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport du chlorure de potassium	12
4	Compatibilité entre le chlorure de potassium et certains matériaux de fabrication	15

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
B	Périmètre mouillé
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.*	Dose létale minimale
DL 50*	Dose létale moyenne
DT min.	Dose toxique minimale
et coll.	Et collaborateurs
eV	Électronvolt
f.n.éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
h	Hauteur
IDLH*	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	Jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
K_0	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé
k	Coefficient de perméabilité intrinsèque
l	Litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
M	Molaire
MAK*	Teneur maximale admissible
MAK-D*	Teneur maximale admissible
MAK-K*	Teneur maximale admissible – courte durée
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK*	Teneur maximale d'immission
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse moléculaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
N	Normal
Pa . s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL*	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL*	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
$temp._a$	Température ambiante
$temp._c$	Température critique
TE 50*	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50*	Teneur inhibitrice moyenne
TLm*	Tolérance moyenne
TL min.*	Teneur létale minimale
TL 50*	Teneur létale moyenne
TLV®*	*Threshold Limit Value*

TLV® - C*	*Threshold Limit Value-Ceiling*
TPN	Température et pression normales
TT min.*	Teneur toxique minimale
u	Vitesse du vent
μ	Viscosité
vap	Vapeur
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
vol.	Volume
^{o}Bé	Degré Baumé
^{o}C	Degré Celsius
ϕ	Diamètre
x	Distance sous le vent
₩	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction

* Les abréviations suivies d'un astérique sont expliquées dans la section Définitions.

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection «Enviroguide». Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. – Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bio-concentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. – Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. – Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. – Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. – Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. – La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. – Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur des tissus d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* – Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. – Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un «récepteur» qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. – En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. – Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. – Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (TLV – *Short Term Exposure Limit*). –Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés

de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. – Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. – Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV®-C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. – La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il y ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). – Rapport de la masse d'une substance dissoute à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV® *(Threshold Limit Value).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV®-C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* – Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. – Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)
AWWA	American Water Works Association
CBG	Chemical Buyers' Guide (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CCT	Commission canadienne des transports
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)
DOT	Department of Transportation (USA)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
ITII	International Technical Information Institute (Japon)
MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
MDT	Ministère des Transports (du Canada)
NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NFPA	National Fire Protection Association (USA)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NRC	National Research Council (USA)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)
STCC	Standard Transportation Commodity Code (Amérique du Nord)

1 RÉSUMÉ

Chlorure de potassium (KCl)
Granules ou poudre; blanc à rosâtre; sans odeur.

Synonymes
Sylvine, sylvite, sel fébrifuge de Sylvius, muriate de potasse (syn. anglais: *potassium chloride*). Dans le langage courant, le chlorure de potassium est souvent désigné par le terme *potasse*.

Numéros d'identification
No ONU: étiquette de danger non requise; CAS 7447-40-7; n° STCC non requis.

Qualités et teneurs
Soluble: 98,99 p. 100 de KCl
Raffiné: 99,95 p. 100 de KCl
Granulaire: 95,8 p. 100 de KCl
Grossier: 96,6 p. 100 de KCl
Normal: 95,8 p. 100 de KCl
Spécial: 95,8 p. 100 de KCl

Dangers immédiats
Incendie. – Incombustible.
Effets sur l'homme. – Faible toxicité s'il y a ingestion.
Effets sur l'environnement. – De fortes teneurs en chlorure de potassium sont nocives pour les organismes aquatiques.

Données relatives aux propriétés physiques
État (15 °C, 1 atm): solide
Point d'ébullition: 1411 °C
Point de fusion: 771 à 776 °C
Inflammabilité: incombustible
Densité relative: 1,988 (25 °C)
Solubilité (dans l'eau): 34,4 g/100 g (20 °C)
Comportement (dans l'eau): s'enfonce et se mélange; aucune réaction

Dangers pour l'environnement
De fortes teneurs en chlorure de potassium, généralement supérieures à 1000 ppm, sont toxiques pour les organismes aquatiques. Ce polluant n'a pas de potentiel de bio-concentration ni de bio-accumulation. Bien qu'il ne se biodégrade pas, le potassium est un nutriant consommé par certains organismes vivants.

Danger pour l'homme
Teneur maximale admissible (TLV®) en poussière: 10 mg de particules totales par m^3 ou 5 mg de particules inhalables par m^3.
Effets en cas d'inhalation de poussière. – Légère irritation des muqueuses du nez, éternuements.
Effets en cas d'ingestion. – Nausées, vomissements, diarrhée, irritation du tractus digestif, malaises abdominaux et affaiblissement général. Si la dose est forte: confusion mentale, hypotension, paralysie, arrhytmie et blocage cardiaques; mort possible.

Dispositions immédiates à prendre
- En cas de déversement

Interdire l'accès aux lieux de l'accident. Prévenir le fabricant. Arrêter l'écoulement et confiner le déversement si cela ne comporte aucun risque. Empêcher les eaux polluées d'atteindre les égouts et les cours d'eau.

• En cas d'incendie

Corps incombustible. Utiliser de la mousse, de la poudre sèche, de la neige carbonique, des pulvérisations ou des brouillards d'eau comme agents d'extinction en présence de chlorure de potassium.

Mesures d'intervention d'urgence

• Chlorure de potassium répandu sur le sol

À la pelle, mettre le produit dans des récipients, en vue de le récupérer ou de l'éliminer.

• Chlorure de potassium déversé dans l'eau

Confiner l'eau polluée au moyen de barrages, d'ouvrages de dérivation ou de barrières naturelles. Récupérer l'eau polluée si possible, pour ensuite l'épurer.

2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

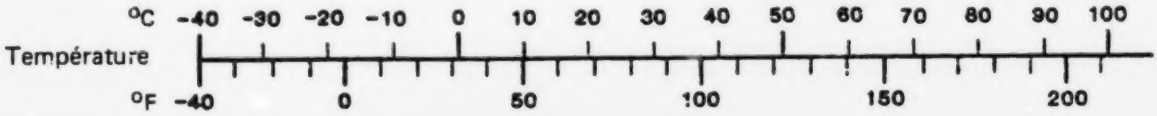
Aspect	Pulvérulent ou granulaire; transparent à blanc, parfois rosé
État à l'expédition	Solide
État d'agrégation à 15 °C, 1 atm	Solide
Variables d'état	
Point de fusion	771-776 °C (JANAF, 1971; Kirk-Othmer, 1982)
Point d'ébullition	1411 °C (CRC, 1980)
Masse volumique et densité	
Masse volumique	1,987 g/cm^3 (20°) (Ullmann, 1975)
Masse volumique en vrac	Granulaire: 1,056-1,088 g/cm^3 (Kirk-Othmer, 1982) Agricole: 1,104-1,152 g/cm^3 (Kirk-Othmer, 1982)
Densité relative	1,988 (25 °C) (Perry, 1973)
Propriétés relatives à la combustion	
Inflammabilité	Ininflammable ou incombustible (Kerr-McGee Bulletin)
Comportement au feu	N'entretient pas la combustion (Kerr-McGee Bulletin)
Solubilité	
Eau	28,0 g/100 g (21,9 p. 100, 0 °C) 34,4 g/100 g (25,6 p. 100, 20 °C) 40,3 g/100 g (28,7 p. 100, 40 °C) (Linke, 1965)
Autres substances communes	Légèrement soluble dans l'éthanol; soluble dans le diéthyléther, la glycérine et les alcalis (CRC, 1980) Voici la solubilité dans d'autres substances (Ullmann, 1975):

Substance	Solubilité (% massique)	Température (°C)
Ammoniac liquide	0,13	0
Méthanol	0,53	25
Éthanol	0,29	25
Éthylène-glycol	4,92	25
Glycérine	3,59	15
Acide acétique	0,20	24

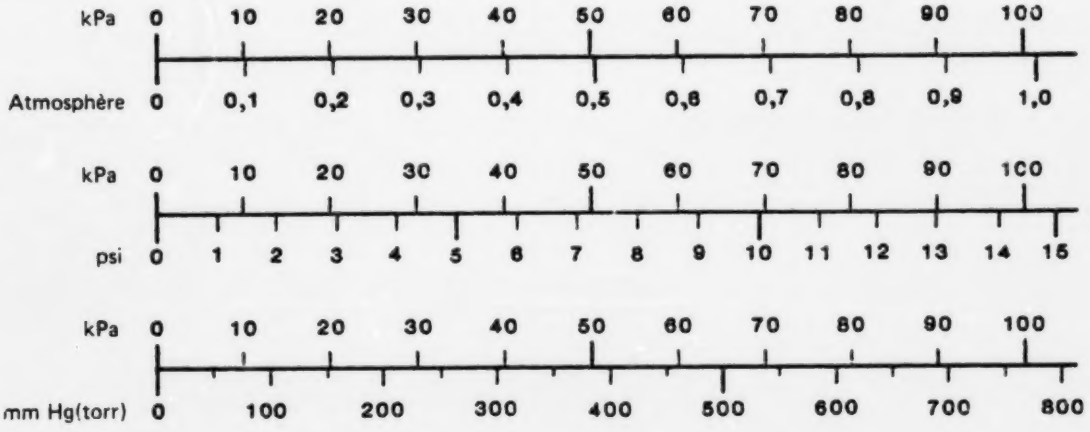
Autres propriétés

Masse moléculaire du corps pur	74,557 (Ullmann, 1975)
Composition caractéristique de la solution commerciale	95,8 à 98,99 p. 100 de KCl; reste: Na, NaCl et H_2O (PCS, 1982)
Indice de réfraction	1,490 (CRC, 1980)
Viscosité	1,04 mPa . s (solution à 24 p. 100; 20 °C)(CRC, 1980)
Tension de vapeur	0,13 kPa (865 °C) (Bailar, 1973)
Tension superficielle liquide/air	0,078 N/m (20 °C, solution à 24 p. 100) (CRC, 1980)
Chaleur latente de fusion	25,5 kJ/mol (au point de fusion) (Kerr-McGee Bulletin)
Énergie réticulaire	702,8 kJ/mol (Bailar, 1973)
Chaleur latente de vaporisation	162,5 kJ/mol (au point d'ébullition) (Perry, 1973)
Chaleur de formation	-436,7 kJ/mol (25 °C) (JANAF, 1971)
Entropie	82,65 J/(mol . K) (Ullmann, 1975)
Potentiel d'ionisation	8,0-10,1 eV (Rosenstock, 1977)
Chaleur de dissolution	-17,5 kJ/mol (18 °C) (Kerr-McGee Bulletin)
Température critique	2614 °C (Bailar, 1973)
Capacité calorifique à pression constante	51,29 J/(mol . °C) (25 °C) (JANAF, 1971)
Coefficient d'expansion thermique	0,0337 x 10^{-3}/°C (solide à 15 - 25 °C) (Ullmann, 1975)
	0,353 x 10^{-3}(°C (solution à 24 p. 100, 20 °C) (Lange's Handbook, 1979)
Conductivité thermique	0,069 J/(s . cm . °C) (0 °C) (Lange's Handbook, 1979)
pH de la solution aqueuse	6,4 (solution à 1 p. 100); 7,3 (solution à 10 p. 100) (Kerr-McGee MSI, 1980; Kerr-McGee Bulletin)
Mélange eutectique	Solution aqueuse à 19,75 p. 100 (point de congélation, -11,1 °C) (Lange's Handbook, 1979)
Constante diélectrique	4,68 (Ullmann, 1975)

CHLORURE DE POTASSIUM — NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression — 1 kPa = 1000 Pa



Viscosité

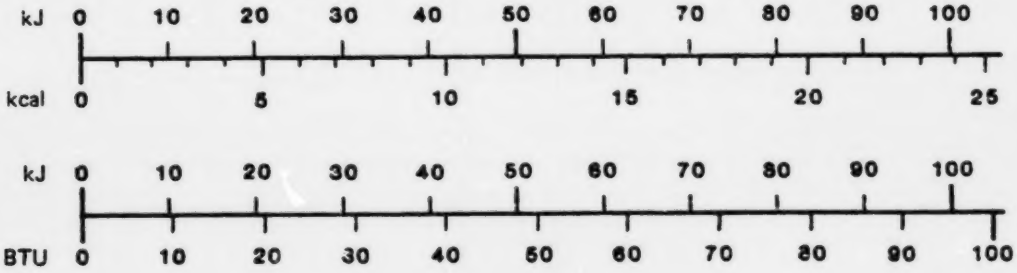
Dynamique — 1 Pa·s = 1000 centipoises (cPo)

Cinématique — 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)

1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) — 1 kJ = 1000 J



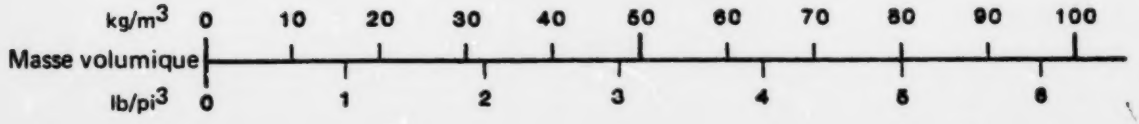


Figure 1

CHLORURE DE POTASSIUM

SOLUBILITÉ DANS L'EAU EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Kerr-McGee Bulletin

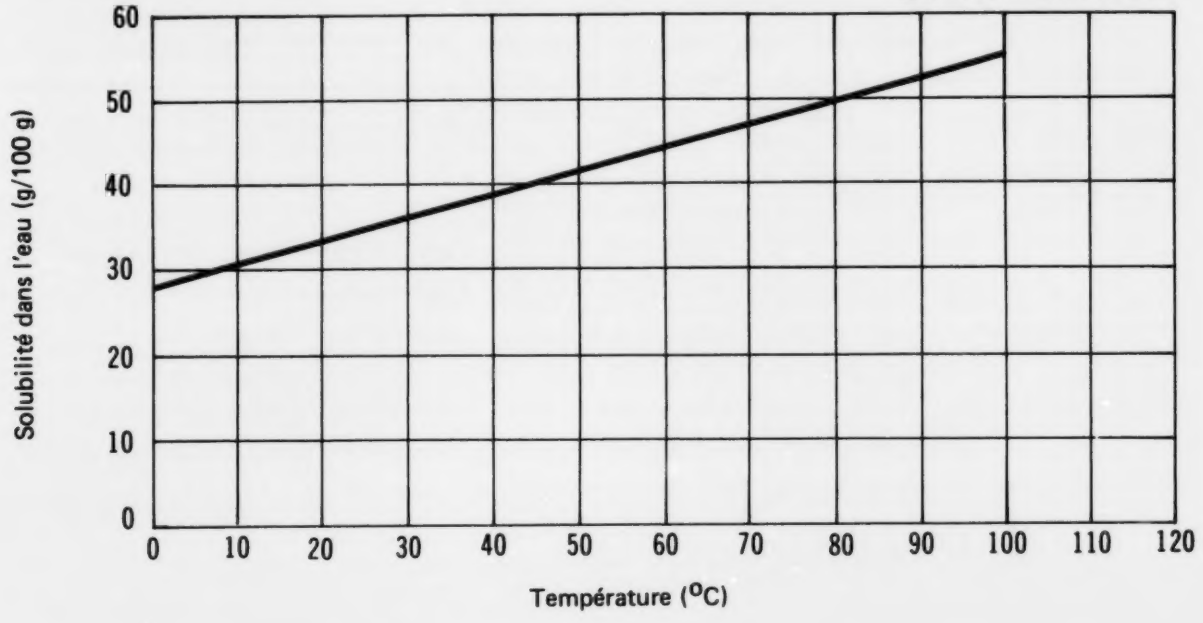
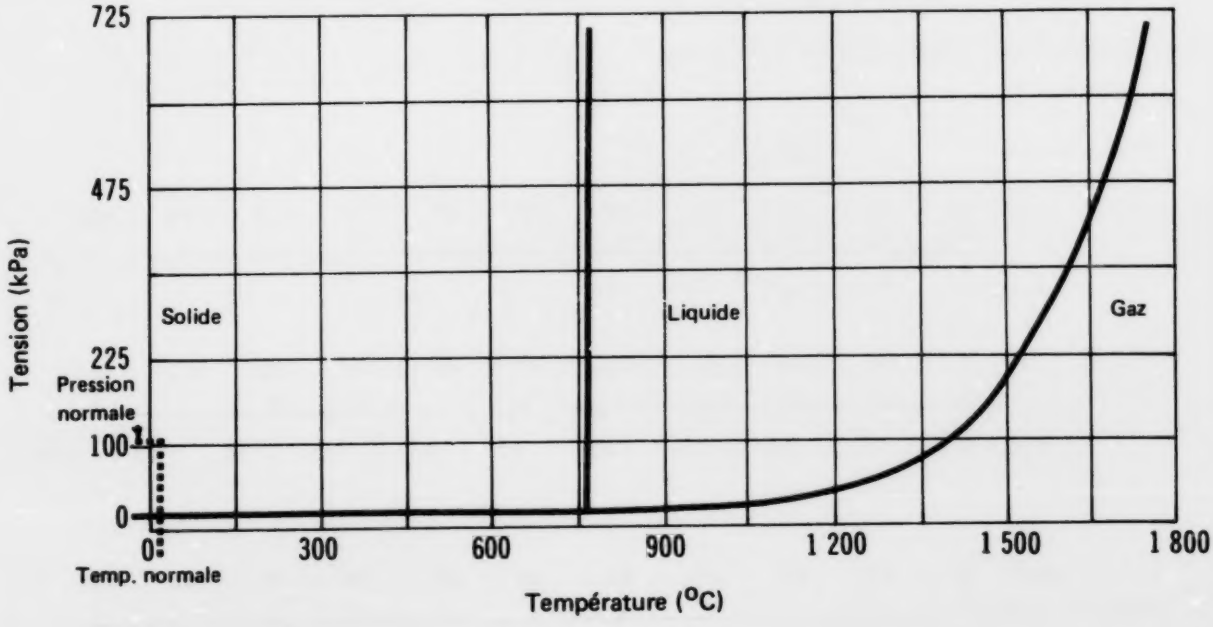


Figure 2

CHLORURE DE POTASSIUM

DIAGRAMME DE PHASES



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et teneurs

On nomme indistinctement chlorure de potassium, muriate de potasse ou «potasse», dans le langage courant, le minerai raffiné de KCl. Le terme *potasse* est également utilisé pour nommer l'équivalent en oxyde de potassium (K_2O) du chlorure de potassium ou de tout autre engrais contenant du potassium. Il n'y a pas d'oxyde de potassium (K_2O) dans le minerai mais cette terminologie est utilisée depuis longtemps et continue à l'être. Sous forme pure, le chlorure de potassium contient 63,2 p. 100 en équivalent de K_2O.

Le chlorure de potassium se vend en diverses qualités, déterminées par la taille des granules et la pureté (teneur en K_2O) (Kirk-Othmer, 1982; PCS, 1982; FC, 1981).

Qualité	Mailles/po	% de KCl	% de K_2O
Soluble (agricole, blanc)	40 x 100	98,99	62,5
Raffiné		99,95	63,1
Granulaire	6 x 20	95,80	60,5
Grossier	10 x 28	96,60	61,6
Standard	14 x 65	95,80	60,5
Spécial (suspension)	35 x 150	95,80	60,5

3.2 Fabricants situés au Canada (Corpus, 1984; CBG, 1980; CCPA, 1981)

Les adresses qui suivent sont celles de sièges sociaux et ne sont pas destinées à servir comme premiers recours en cas de déversement.

Central Canada Potash, Subsidiary of Noranda Mines Ltd., P.O. 45, Commerce Court West, Toronto, Ontario, M5L 1B6, (416) 867-7111

Cominco Ltd., 200 Granville, Vancouver, Colombie-Britannique, V6C 2R2, (604) 682-0611

International Minerals & Chemical Corp. (Canada) Ltd., P.O. 310, Esterhazy, Saskatchewan, S0A 0X0, (306) 745-3931

Kalium Chemicals, Division of PPG Industries Canada Ltd., 400 Bank of Canada Building, Regina, Saskatchewan, S4P 0M9, (306) 352-8691

Potash Corporation of America, Division of Ideal Basic Industries Inc., P.O. 509, Saskatoon, Saskatchewan, S7K 3L6, (306) 374-4800

Potash Corporation of Saskatchewan, 410-22nd Street East, Saskatoon, Saskatchewan, S7K 5T7, (306) 664-5530

3.3 Autres fournisseurs (Corpus, 1984; CBG, 1980; Scott, 1979)

Canada Colours and Chemicals Ltd., 80 Scarsdale Road, Don Mills, Ontario, M3B 2R7, (416) 924-6831

Mallinckrodt Canada Inc., 600, avenue Delmar, Pointe-Claire, Québec, H9W 1E6, (514) 695-1220

Texasgulf Inc., Suite 5000, Commercial Court West, Toronto, Ontario, M3C 2S2, (416) 869-1200

Van Waters and Rogers Ltd., 9800 Van Horne Way, Richmond, Colombie-Britannique, V6X 1W5, (604) 273-1441

3.4 Production, transport, exportation

La production canadienne de chlorure de potassium vient du Saskatchewan (une usine est cependant située au Nouveau-Brunswick). La plus grosse usine est celle d'Esterhazy (24 p. 100 de la production totale). Quatre-vingt-quatorze pour cent de la production sont exportés. Le principal débouché au Canada est situé en Ontario; le produit y est acheminé par camion ou par wagon-citerne. La plus grande partie du chlorure de potassium est acheminée par chemin de fer à Vancouver, puis exportée; une partie est exportée par camion aux États-Unis.

3.5 Volume de production (Corpus, 1984)

Capacité nominale de production comparée au total des approvisionnements

Société	Emplacement de l'usine	Capacité nominale* (kt/an, 1983)
Central Canada Potash (Noranda)	Colonsay, Sask.	817
Cominco	Vade, Sask.	653
International Minerals and Chemicals	Esterhazy, Sask.	2196
Kalium Chemicals (PPG Industries)	Belle Plaine, Sask.	1035
Kidd Creek Mines	Allan, Sask.	956
Potash Co. of America (Ideal Basic)	Lake Patience, Sask.	600
Potash Co. of America	Sussex, N.-B.	380
Potash Corp. of Saskatchewan	Cory, Sask.	830
Potash Corp. of Saskatchewan	Lanigan, Sask.	692
Potash Corp. of Saskatchewan	Rocanville, Sask.	1160
Total		9319
Production nationale		6030
Importations		1
Total des approvisionnements		6031

* Valeurs en K_2O (par exemple, 0,63 x poids de chlorure de potassium)

3.6 Fabrication industrielle (FKC, 1975; PCS, 1982; Kirk-Othmer, 1982)

3.6.1 Information générale. – Une saumure est préparée à partir de minerai de sylvinite extrait et broyé. Cette saumure est raffinée par flottations ou cristallisations successives.

3.6.2 Procédés de fabrication

3.6.2.1 Cristallisation. – Le minerai est dissous dans une saumure saturée en chlorure de potassium/chlorure de sodium. À des températures élevées, KCl est plus soluble que ne l'est NaCl et c'est pourquoi ce dernier précipite et est séparé de la solution par filtration. La solution est ensuite refroidie pour cristalliser le chlorure de potassium. Les cristaux de KCl sont ensuite filtrés et séchés. La saumure qui reste est recyclée.

3.6.2.2 Flottation. – Le minerai est broyé (pour le minerai du Saskatchewan, on utilise un tamis de 9 mm; mais un tamis de 2,3 mm pour la plupart des autres minerais), puis réduit en

pâte ou en bouillie en suspension dans la saumure. Par un procédé de déslimage, l'argile est enlevée. La bouillie est traitée d'abord avec des dispersants (amidons, carboxyméthylcellulose, polyacrylamides, etc.) pour désactiver les particules d'argile qui restent. La bouillie est ensuite traitée avec des réactifs de flottation (amines primaires: palmétyl-, stéaryl-, et oléylamines) et parfois avec du méthylisobutylcarbinol (MIBC) pour aider les agents moussants naturels. Les grains de KCl recouverts d'amine et une petite quantité de grains de NaCl remontent à la surface. Cette mousse est acheminée à une seconde cellule de flottation (plus propre) pour la séparation finale. La mousse qui en résulte est débarrassée de sa saumure par centrifugation, puis séchée. Les cristaux obtenus sont classés selon leur taille.

3.7 **Principales utilisations au Canada** (Corpus, 1984)

Le chlorure de potassium sert à fabriquer des engrais NPK, du sulfate de potassium et de la potasse caustique. On l'utilise également pour application directe à des sols et comme boue de forage. En 1983, 94 p. 100 de la production nationale ont été exportés et 5 p. 100 ont été utilisés pour la fabrication d'engrais.

3.8 **Principaux acheteurs au Canada** (Corpus, 1984)

Agricultural Chemicals, London, Ont.
Baroid of Canada, Calgary, Alb.
Bradford Fertilizer, Bradford, Ont.
C-I-L, Cornwall, Ingersoll, Chatham, Ont.
Coopératives fédérées du Québec, Montréal, QC
Cyanamid Canada, Montréal, QC
Manchester Products, Cambridge, Ont.
Milchem Canada, Calgary, Alb.
Nitrochem, Maitland, Ont.
Ontario Plant Food, Delhi, Ont.
Shamrock Chemicals, London, Ont.
Swift Canadian, Toronto, Ont.
United Co-operatives of Ontario, Mississauga, Ont.

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Transport en vrac. – Une grande partie du chlorure de potassium est transportée par wagons-trémies couverts, du genre de ceux qui sont illustrés à la figure 3. Les caractéristiques de ces wagons sont décrites au tableau 2. Une autre partie du chlorure de potassium est transportée par camion.

Tableau 2
Caractéristiques du wagon-trémie couvert de classe LO (AAR) utilisé pour le chlorure de potassium (CLC, 1974)

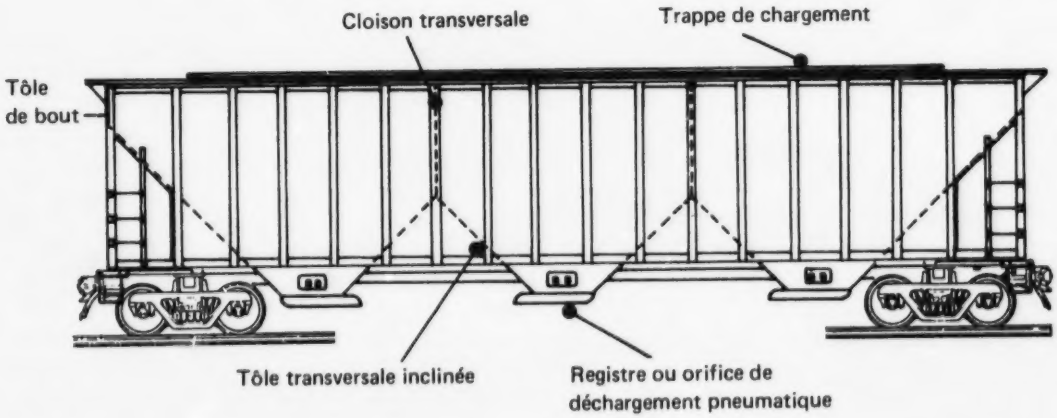
Description	Wagon-trémie de 5800 pi^3	Wagon-trémie de 4700 pi^3
Structure		
Volume intérieur	164 m^3 (5800 pi^3)	133 m^3 (4700 pi^3)
Charge utile	89 000 kg (196 000 lb)	86 000 kg (196 000 lb)
Tare	45 000 kg (100 000 lb)	45 000 kg (100 000 lb)
Masse brute maximale	119 000 kg (263 000 lb)	119 000 kg (263 000 lb)
Trémies		
Nombre	4	3
Matériau	Acier	Acier
Longueur intérieure	410 cm (160 po)	460 cm (180 po)
Largeur intérieure	300 cm (118 po)	300 cm (118 po)
Distance entre les orifices de déchargement	4 m (12 pi)	5 m (15 pi)
Angle d'inclinaison	40 - 50°	40 - 45°
Dimensions approximatives		
Longueur avec organes d'attelage	21 m (69 pi)	18 m (60 pi)
Longueur avec pylones de choc	20 m (66 pi)	17 m (57 pi)
Distance entre pivots de bogie	16 m (53 pi)	14 m (45 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Hauteur jusqu'au sommet de la passerelle de toit	5 m (15 pi)	4 m (12 pi)
Largeur hors-tout	3,1 m (10 pi)	3,2 m (10,5 pi)
Longueur intérieure	19 m (62 pi)	17 m (57 pi)
Dispositifs de chargement et de déchargement		
Trappes de chargement:	Les wagons-trémies couverts sont généralement équipés de 4 à 12 trappes de chargement rondes ou carrées de 36 à 61 cm (14 - 24 po) de diamètre ou de côté.	
Organes de déchargement:	Le déchargement se fait par le bas au moyen de goulottes carrées dont les côtés ont une longueur de 36 à 61 cm (14 - 24 po) ou d'orifices de déchargement pneumatique de 10 à 20 cm (4 - 8 po) de diamètre.	

Figure 3

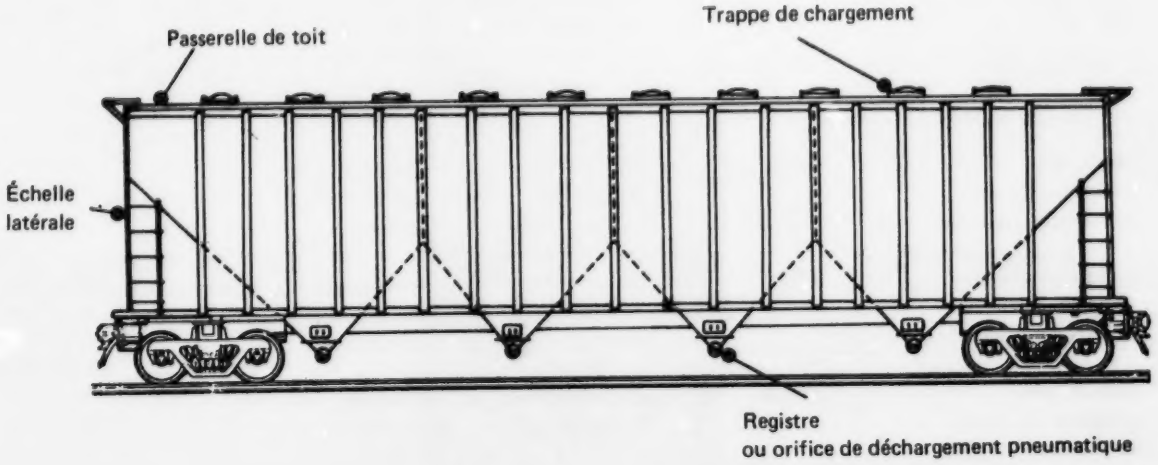
CHLORURE DE POTASSIUM

WAGONS-TRÉMIES COUVERTS; CLASSE LO DE L'AAR

Sources: CLC, 1974; AAR, 1983



Wagon couvert à 3 trémies



Wagon couvert à 4 trémies

4.1.2 **Transport sous emballage.** – En plus d'être transporté en vrac, le chlorure de potassium est transporté en fûts, en sacs et en caisses. De nombreux matériaux sont autorisés pour la fabrication des fûts. On trouvera au tableau 3 la description des divers types de fûts utilisés (TDGC, 1980). Les emballages suivants servent aussi:

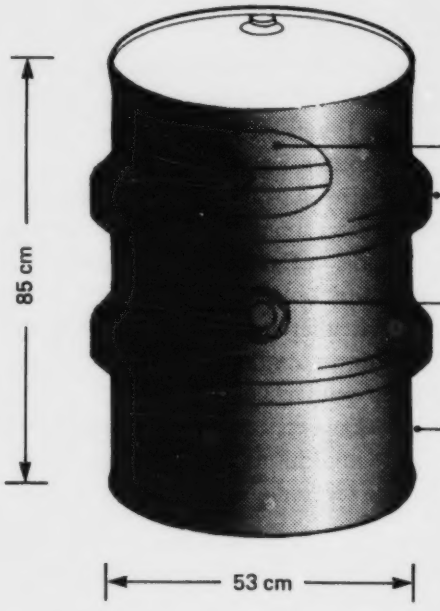
- Caisse en métal, en bois ou en carton avec emballage(s) intérieur(s) en verre, en métal, en plastique ou en carton;
- Caisse en carton combinée à un sac intérieur en papier;
- Sac en papier rempli au poids et fermé pour l'expédition.

Tableau 3
Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport du chlorure de potassium

Catégorie	Code	Description	Figure
Acier	1A1	Dessus non amovible; réutilisable	4
	1A1A	1A1 avec rebords renforcés	4
	1A1B	1A1 avec collerette de fermeture soudée	4
	1A1C	1A1 avec revêtement intérieur en plomb	4
	1A1D	1A1 avec revêtement intérieur autre que le plomb	4
	1A2	Dessus amovible, réutilisable	4
	1A2A	1A2 avec rebords renforcés	4
	1A2B	1A2 avec revêtement intérieur autre que le plomb	4
	1A3	Dessus non amovible; non réutilisable	4
	1A4	Dessus amovible; non réutilisable	4
Monel*	TC5M		4
Aluminium	1B1	Dessus non amovible	4
	1B2	Dessus amovible	4
Contre-plaqué	1D2		
Carton	1G1	Feuilles convolutées. Contenance de 250 litres (55 gal) Masse nette maximale de 400 kg (882 livres).	
Plastique	1H1	Dessus non amovible. Contenance de 250 litres (55 gal). Masse nette maximale de 400 kg (882 livres).	
	1H2	Comme 1H1, sauf que le dessus est amovible.	
Acier, avec récipient intérieur en matière plastique	6HA1	Tôle extérieure en acier (virole) en forme de fût. Récipient intérieur en matière plastique. Contenance de 225 litres (49 gal).	
Contre-plaqué, avec récipient intérieur en matière plastique	6HD1	Feuille extérieure en contre-plaqué en forme de fût. Récipient intérieur en matière plastique. Contenance de 225 litres (49 gal).	
Carton, avec récipient intérieur en matière plastique	6HG1	Récipient extérieur constitué de feuilles de carton convolutées. Récipient intérieur en matière plastique en forme de fût. Contenance de 225 litres (49 gal).	

* Voir § 4.3.

Fût en monel



Étiquette d'identification

Joncs de roulage faits de caoutchouc naturel solide et flexible

Diamètre maximal de la bonde de 59 mm

Corps et fonds fabriqués en monel de 10 mm d'épaisseur

Capacité maximale de 220 l

Fût en acier

Revêtement intérieur en plomb d'au moins 2,4 mm pour la catégorie 1A1C

Étiquette d'identification

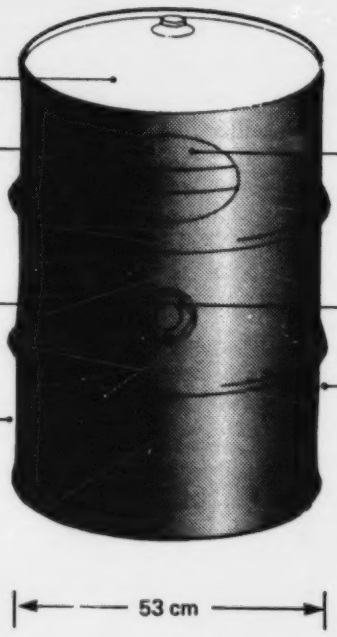
Diamètre maximal de la bonde de 70 mm

Corps et fonds fabriqués en acier laminé

Capacité maximale de 250 l

Masse nette maximale: 400 kg

Fût en aluminium



Étiquette d'identification

Diamètre maximal de la bonde 70 mm

Corps et fonds fabriqués en aluminium pur à 99 % au moins

Capacité maximale de 250 l

Masse nette maximale: 400 kg

4.2 Spécifications et équipement pour la manutention des solutions

Les matériaux mentionnés ci-dessous sont les plus fréquemment utilisés pour fabriquer l'équipement servant au transport des solutions de chlorure de potassium. D'autres matériaux peuvent être utilisés dans certains cas (voir tableau 4). Les éléments d'un système type de transvasement sont les conduites et les raccords, les assemblages souples, les robinets, les joints, les pompes et les réservoirs de stockage. Pour le déchargement du chlorure de potassium solide en vrac, les trémies et les goulottes de déchargement peuvent être faites de tôle en acier ordinaire.

On recommande, pour les solutions aux températures normales, l'utilisation des conduites et raccords en acier inoxydable de la nomenclature 40, chemisés en caoutchouc (PCS, 1982).

Les robinets à membrane en acier fondu ou en fonte avec manchette en résine de polypropylène conviennent pour à peu près toutes les teneurs à la plupart des températures (DPLV, 1972). Les joints d'étanchéité peuvent être en polypropylène (DCRG, 1978).

Une pompe centrifuge à alimentation unique avec axe en acier inoxydable, et garniture et roue motrice en acier inoxydable coulé, est recommandée pour le pompage (HIS, 1969). Le matériau doit cependant être choisi en fonction de la teneur et de la température. Des palettes sur la roue motrice, un presse-étoupe particulièrement long équipé d'un joint hydraulique et d'un renforcement de polypropylène aideront à diminuer les fuites. La pompe et le moteur doivent être directement raccordés mais non en couplage étroit.

L'utilisation de réservoirs de stockage en acier au carbone muni d'un revêtement intérieur en caoutchouc ou en acier inoxydable minimisera la corrosion. À des températures élevées, il est recommandé d'utiliser un réservoir avec revêtement intérieur en hypalon (GF).

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

La compatibilité entre le chlorure de potassium et certains matériaux de fabrication est indiquée au tableau 4. Le mode d'évaluation utilisé dans le tableau 4 est décrit brièvement ci-dessous.

Recommandé: Le matériau donnera un rendement satisfaisant pour l'utilisation indiquée.

Avec réserves: Le matériau montrera des signes de détérioration pour l'utilisation indiquée; il peut convenir pour une utilisation intermittente ou de courte durée.

Déconseillé: L'utilisation indiquée causera une grave détérioration du matériau; l'emploi du matériau est déconseillé.

Tableau 4
Compatibilité entre le chlorure de potassium et certains matériaux de fabrication

Utilisation	Teneur	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	Toutes	49	Polyéthylène (DPPED, 1967)		
		52	PVDC (DCRG, 1978)		
		60	PVC I, PVC II (DPPED, 1967)		
		71	ABS (DPPED, 1967)		
		93	Polypropylène (DCRG, 1978)		
		< 93	Acier au carbone chemisé de caoutchouc, FRP, FP (Kerr-McGee Bulletin)		
		> 93	Monel 400, Incoloy 825 Carpenter 20 C6-3, titane		
		121	Polyéther chloré (DCRG, 1978)		
		135	PVDF (DCRG, 1978)		
		Jusqu'aux limites de fonctionnement	PVC I, ABS, polyéthylène (MWPP, 1978)		
		< 71	Acier au carbone chemisé de caoutchouc,		
		< 71	FRP		
		> 94	Titane, monel		
2. Robinetterie	Toutes	Ébullition	Alliage 20 (JSSV, 1979)	Acier inox 316 (JSSV, 1979)	
3. Pompes	Toutes	80	GRP avec joint torique en Viton A		
		La plupart	Durimet 20 (Kerr-McGee Bulletin)		
	Solution aqueuse	< 80	Alliage 20, tout bronze, Aciers inox 304, 316, monel (HIS, 1969)		
4. Réservoirs de stockage			Acier inox, acier au carbone		
	Toutes	< 93	Acier au carbone chemisé de caoutchouc, FRP, plastique époxydique (Kerr-McGee Bulletin)		
		> 93	Acier au carbone avec revêtements intérieurs en caoutchouc et briques (Kerr-McGee Bulletin)		

Tableau 4 (suite)

Utilisation	Teneur	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
5. Autres pièces	1 et 5 p. 100	20	Aciers inox 302, 304, 316, 430 (ASS)	Acier inox 410 (ASS)	
		Ébullition	Aciers inox 302, 304, 316 (ASS)		
	Saturée	20	Aciers inox 302, 304, 316 (ASS)	Aciers inox 410, 430 (ASS)	
	Saturée (aqueuse)	60	uPVC, polyéthylène, polypropylène, POM, caoutchouc naturel, NBR, IIR, EPDM, polychloroprène, FPM, CSM (GF)		
		100	NBR, IIR, EPDM, polychloroprène, FPM, CSM (GF)	Polypropylène (GF)	uPVC, polyéthylène, POM, caoutchouc naturel (GF)
		60	PVC (TPS, 1978)		
		82	Polypropylène (TPS, 1978)		
		85	CPVC (TPS, 1978)		
		121	PVDF (TPS, 1978), SBR, silicone (GPP)		
	10 - 20 p. 100	24 - 100	Verre (CDS, 1967)		
	30 p. 100	100	Verre (CDS, 1967)		
	100 p. 100	24 - 100	Verre (CDS, 1967)		
	10 - 30 p. 100	24			Béton (CDS, 1967)
	10 p. 100		Bois (CDS, 1967)		

ABS, polystyrène-butadiène-acrylonitrile; CPVC, chlorure de polyvinyle chloré; EPDM, caoutchouc d'éthylène-propylène; FRP, plastique renforcé; GRP, plastique renforcé à la fibre de verre; IIR, butylcaoutchouc; NBR, caoutchouc nitrile-butadiène; POM, polyoxyméthylène; PVC, polychlorure de vinyle; PVCD, polychlorure de vinylidène; PVDF, polyfluorure de vinylidène; SBR, caoutchouc styrène-butadiène; uPVC, chlorure de polyvinyle non plastifié.

5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

5.1 Aperçu général

Le chlorure de potassium est généralement transporté en vrac, à l'état solide, dans des wagons-trémies. Déversés dans l'eau, les granules ou la poudre se dissolvent. Répandus sur le sol, ils ne menacent guère d'entraîner une pollution de la nappe phréatique. Néanmoins, s'il y a de l'eau à l'endroit touché par le déversement ou si des précipitations surviennent juste après le déversement, une partie des granules peuvent se dissoudre de sorte qu'il y aura pénétration dans le sol. La migration du liquide jusqu'à la nappe phréatique constitue alors un danger.

Comme le chlorure de potassium est essentiellement non volatil, la diffusion dans l'atmosphère est négligeable.

Voici les facteurs à prendre en considération lorsqu'il y a migration du polluant dans l'eau ou dans le sol.

Migration du polluant
- Eau — Diffusion
- Sol — Hauteur et temps de migration

À cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des polluants, la méthode adoptée consiste à utiliser des estimations de paramètres critiques dans le but d'établir des prévisions qui reflètent le plus fidèlement possible les pires scénarios. En suivant cette méthode, il se peut que l'on doive poser des hypothèses différentes pour chaque milieu et, dans une certaine mesure, contradictoires. Cette méthode permet donc de comparer le comportement de différents produits chimiques dans les pires scénarios à partir d'hypothèses compatibles avec chaque milieu.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. – Le chlorure de potassium (potasse) est généralement transporté en vrac à l'état solide; rarement sous forme de solution aqueuse. En vrac, le chlorure de potassium est transporté dans des wagons couverts ordinaires ou dans des wagons-trémies. Sous forme de solution aqueuse, il est transporté dans des wagons-citernes cylindriques à la pression atmosphérique. Étant donné qu'il est rarement transporté à l'état liquide, aucun nomogramme de la fuite du liquide n'a été préparé.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

Comme le chlorure de potassium est non volatil dans les cas prévisibles de déversement, le danger de diffusion dans l'air est négligeable.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. – Le chlorure de potassium est soluble dans l'eau. Déversé à la surface de l'eau, le produit se mélange et se dilue. En général, le phénomène de mélange peut être décrit par les équations de diffusion classiques, comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les cours d'eau, le mélange est surtout le résultat d'un écoulement turbulent; alors que dans un plan d'eau (étendue d'eau calme), il s'effectue par diffusion moléculaire.

Pour évaluer la teneur en polluant de l'eau d'un cours d'eau en aval d'un lieu de déversement, les auteurs ont utilisé un modèle de diffusion turbulente. Ce modèle s'applique aux liquides miscibles à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et aux solides qui se dissolvent dans l'eau. Il vaut donc pour le chlorure de potassium.

Le modèle utilisé est unidimensionnel; il établit un canal rectangulaire théorique et suppose une teneur uniforme en polluant dans toute section donnée de l'écoulement (section mouillée). En pratique, une telle uniformité n'est possible qu'en des points situés assez loin en aval du lieu du déversement, là où les mécanismes de mélange et de dilution ont joué suffisamment pour produire une répartition égale du polluant à travers le canal. Le modèle s'applique aux cours d'eau dont le rapport largeur/profondeur est inférieur à 100. Il postule également un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. (Pour plus de détails au sujet de ce modèle, voir le *Manuel d'introduction Enviroguide*.)

En ce qui a trait à la diffusion moléculaire dans un plan d'eau, aucun modèle n'a été élaboré. Les auteurs ont établi des nomogrammes permettant de délimiter la zone dangereuse et de calculer la teneur moyenne dans cette zone en fonction de la masse de liquide déversé, indépendamment du temps écoulé.

5.4.2 Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau. – Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des nomogrammes servant à déterminer les teneurs en polluant dans les cours d'eau non soumis aux marées et dans les lacs au repos ou autres plans d'eau.

A. – Cours d'eau non soumis aux marées

Figure 6 Distance en fonction du temps (pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement)

Figure 7 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal (pour une plage de profondeurs du canal [hauteurs d'eau])

Figure 8 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique (pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement)

Figure 9 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion turbulente (pour différentes valeurs de temps écoulé)

Figure 10 Delta* en fonction de alpha (pour différentes masses de liquide déversé)

Figure 11 Teneur maximale en fonction de delta (pour des sections mouillées de différentes surfaces)

B. – Lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 12 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse (pour différentes profondeurs du lac, c.-à-d. différentes hauteurs d'eau)

Figure 13 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse (pour différentes masses de liquide déversé)

La figure 5 présente les étapes à suivre pour évaluer la teneur en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement et indique les nomogrammes à utiliser; ces derniers sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.1 Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées

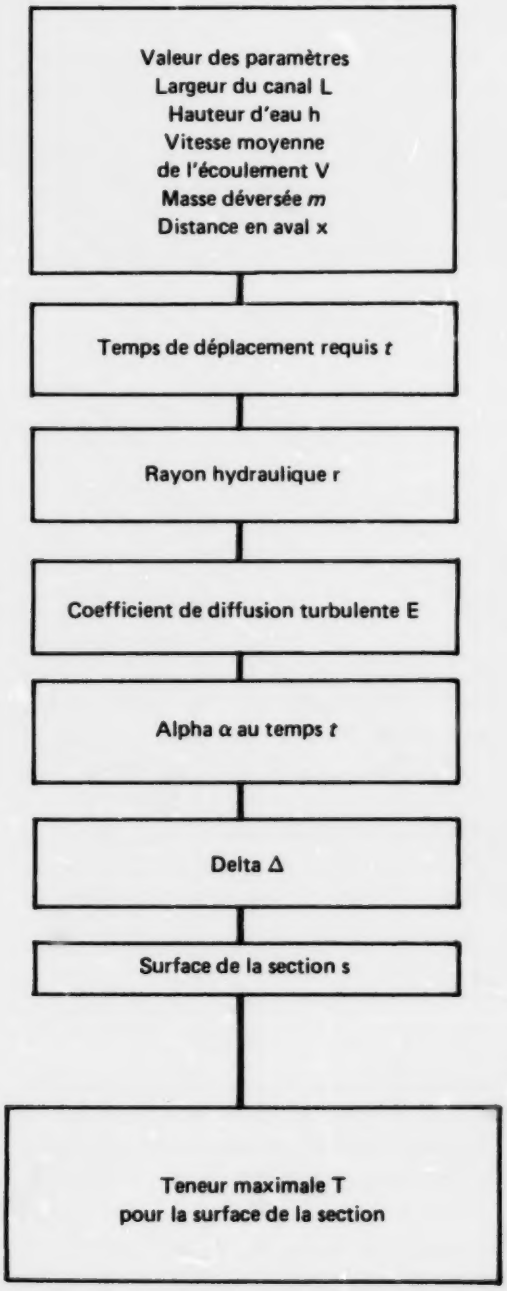
Figure 6 Distance en fonction du temps. – Le graphique montre les relations entre la vitesse moyenne de l'écoulement, le temps écoulé et la distance parcourue. Pour une vitesse moyenne de l'écoulement V donnée, le temps t que met le polluant pour atteindre un point situé à une distance x donnée en aval du lieu du déversement peut être obtenu rapidement à l'aide de ce graphique.

* Alpha et delta ne sont que des facteurs de conversion: leur utilité est de faciliter le calcul des teneurs en aval du lieu du déversement.

Figure 5

CHLORURE DE POTASSIUM

ÉTAPES À SUIVRE POUR CALCULER LA TENEUR EN POLLUANT D'UN COURS D'EAU NON SOUMIS AUX MARÉES



Étape 1

Par observation ou évaluation

L = _____ m

h = _____ m

V = _____ m/s

m = _____ tonnes

x = _____ m

Étape 2 t = _____ mn (fig. 6)

Étape 3 r = _____ m (fig. 7)

Étape 4 E = _____ m^2/s (fig. 8)

Étape 5 α = _____ (fig. 9)

Étape 6 Δ = _____ (fig. 10)

Étape 7 s = L x h = ____ m^2

Étape 8 T = _____ ppm (fig. 11)

Figure 6

CHLORURE DE POTASSIUM

DISTANCE EN FONCTION DU TEMPS

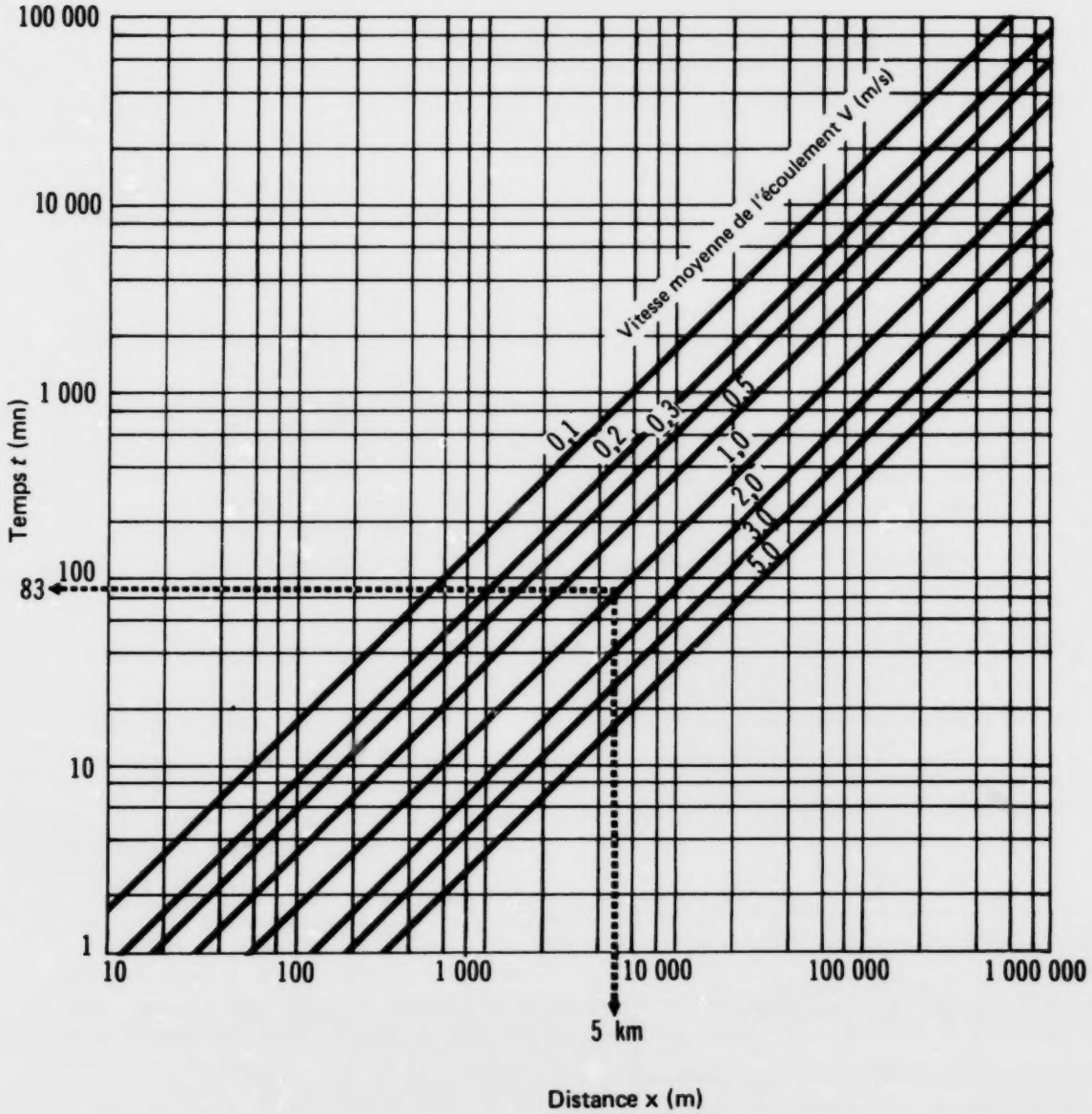


Figure 7 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal. – Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu du déversement comporte un canal rectangulaire théorique de largeur L, ayant une hauteur d'eau h. Le rayon hydraulique r doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente E. Le rayon hydraulique lui-même correspond au rapport de la surface de la section s mouillée (ou section de l'écoulement) au périmètre mouillé B. La figure 7 permet de déterminer le rayon hydraulique d'un canal à partir de la largeur de ce dernier et de la hauteur d'eau.

Figure 8 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique. – Les données connues sur le rayon hydraulique r et sur la vitesse moyenne de l'écoulement V permettent de déterminer le coefficient de diffusion turbulente E.

Figure 9 Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente. – Le nomogramme permet d'obtenir le facteur de conversion α ; ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente E et du temps t requis pour atteindre un point situé en aval du lieu du déversement.

Figure 10 Delta en fonction d'alpha. – Un second facteur de conversion, delta Δ , est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

Figure 11 Teneur maximale en fonction de delta. – Il s'agit de la dernière étape dans la détermination de la teneur maximale en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section s mouillée, le lecteur trouve rapidement la teneur. La valeur obtenue vaut pour les liquides miscibles à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et pour les solides solubles dans l'eau; elle variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2 Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 12 Volume d'eau en fonction du rayon. – L'étendue d'eau calme (ni vent, ni courant) touchée par le déversement d'un liquide miscible à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, est représentée par un cylindre théorique de rayon r et de «longueur» égale à la hauteur d'eau h à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau peut être obtenu à l'aide de la figure 12. Le rayon r équivaut à la distance x entre le lieu du déversement et le point où la teneur est mesurée.

Figure 13 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau. – Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant selon la masse de liquide déversé. Il est pris pour acquis que la diffusion du polluant est uniforme dans le cylindre. En pratique, dans le cas de substances dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Exemples de calcul

5.4.3.1 Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées. – Vingt tonnes de chlorure de potassium ont été déversées dans un cours d'eau. La hauteur d'eau h est de 5 m et la largeur L, de 50 m. La vitesse moyenne de l'écoulement est évaluée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval, près d'une prise d'eau?

Étape 1 Déterminer les paramètres.

$L = 50$ m; $h = 5$ m; $V = 1$ m/s; $x = 5000$ m;

$m = 20$ tonnes de chlorure de potassium.

Étape 2 Déterminer le temps requis pour atteindre le point donné.

Comme $x = 5000$ m et $V = 1$ m/s, $t = 83$ mn (fig. 6).

Figure 7

CHLORURE DE POTASSIUM

RAYON HYDRAULIQUE EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL

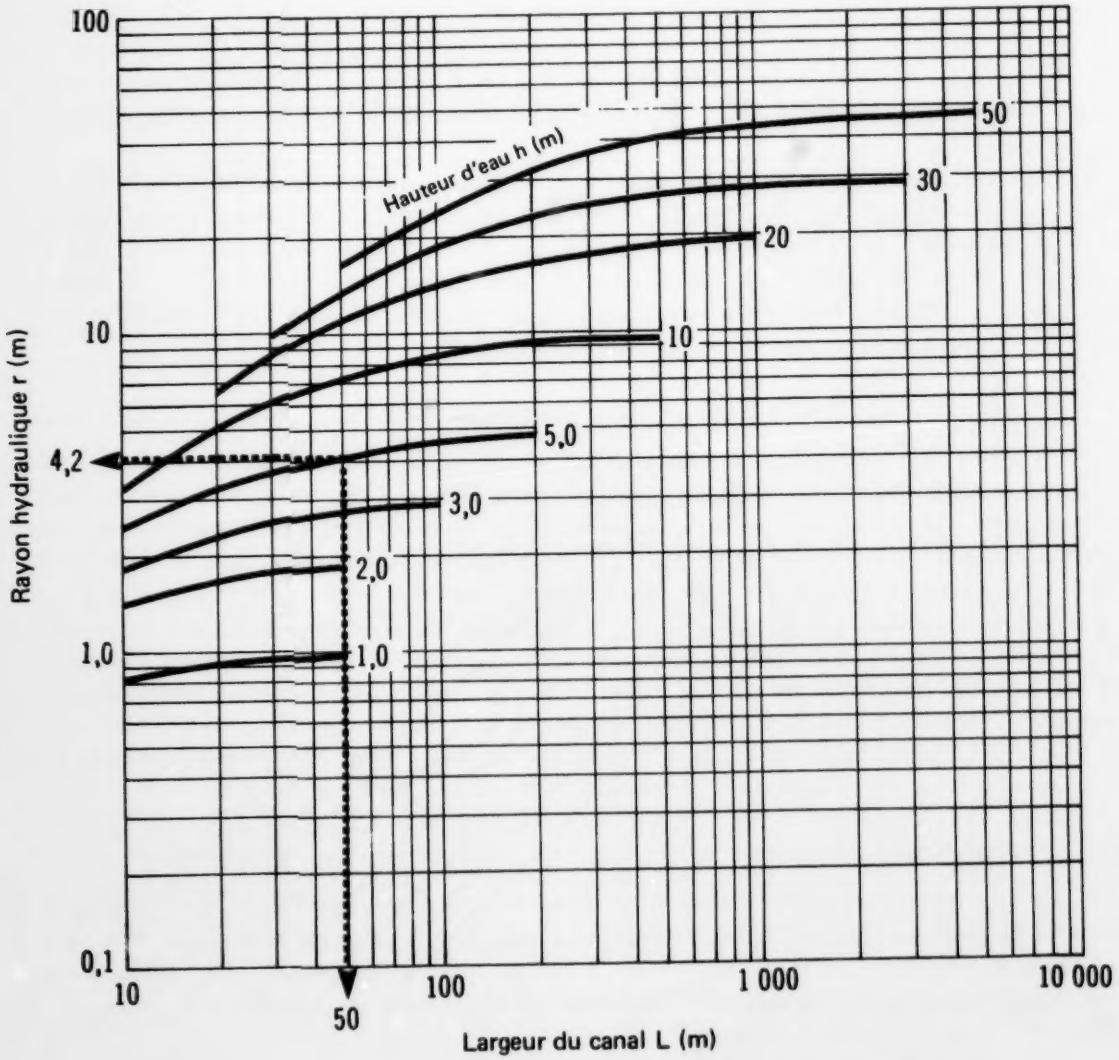


Figure 8

CHLORURE DE POTASSIUM

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

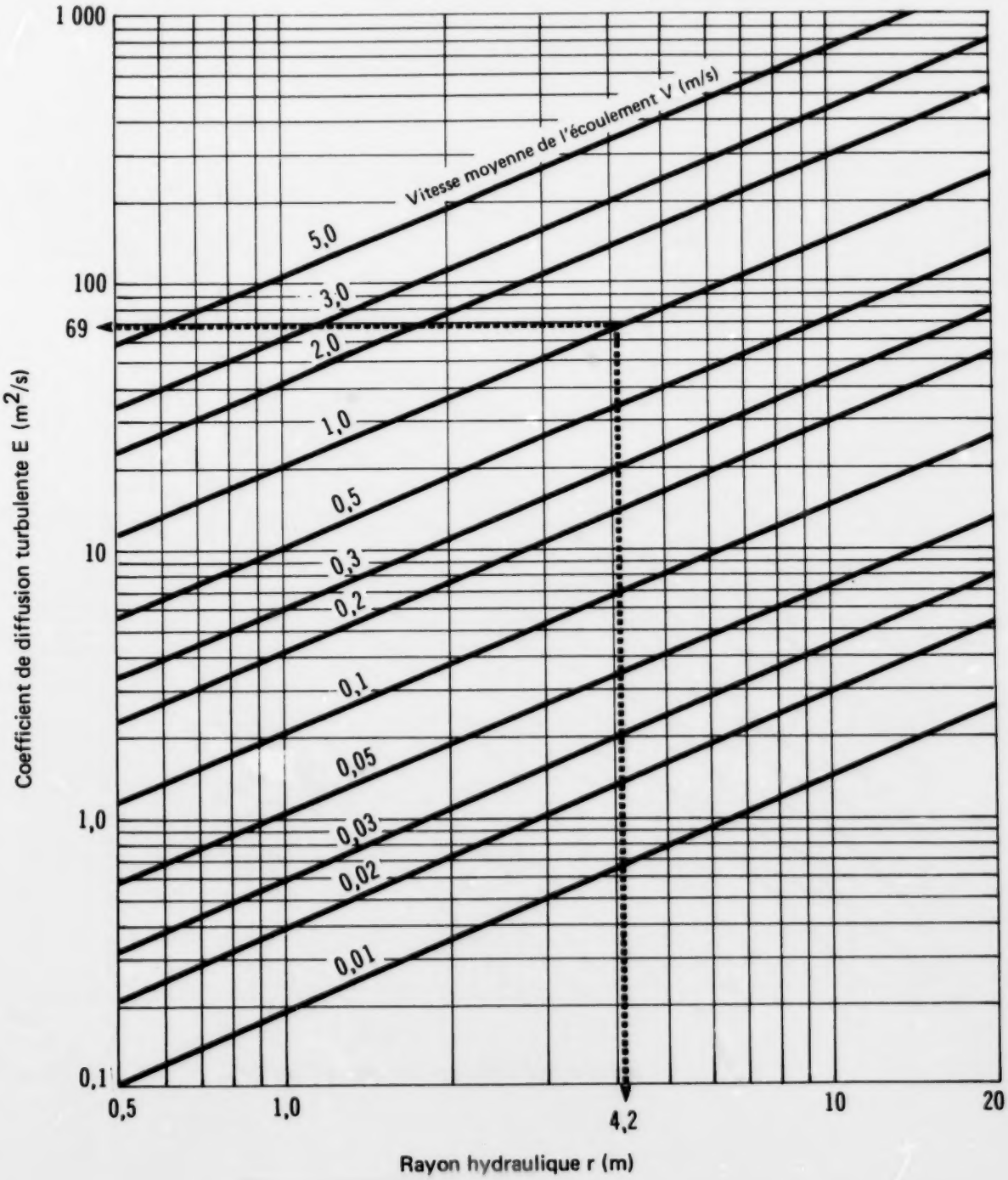


Figure 9

CHLORURE DE POTASSIUM

ALPHA
EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

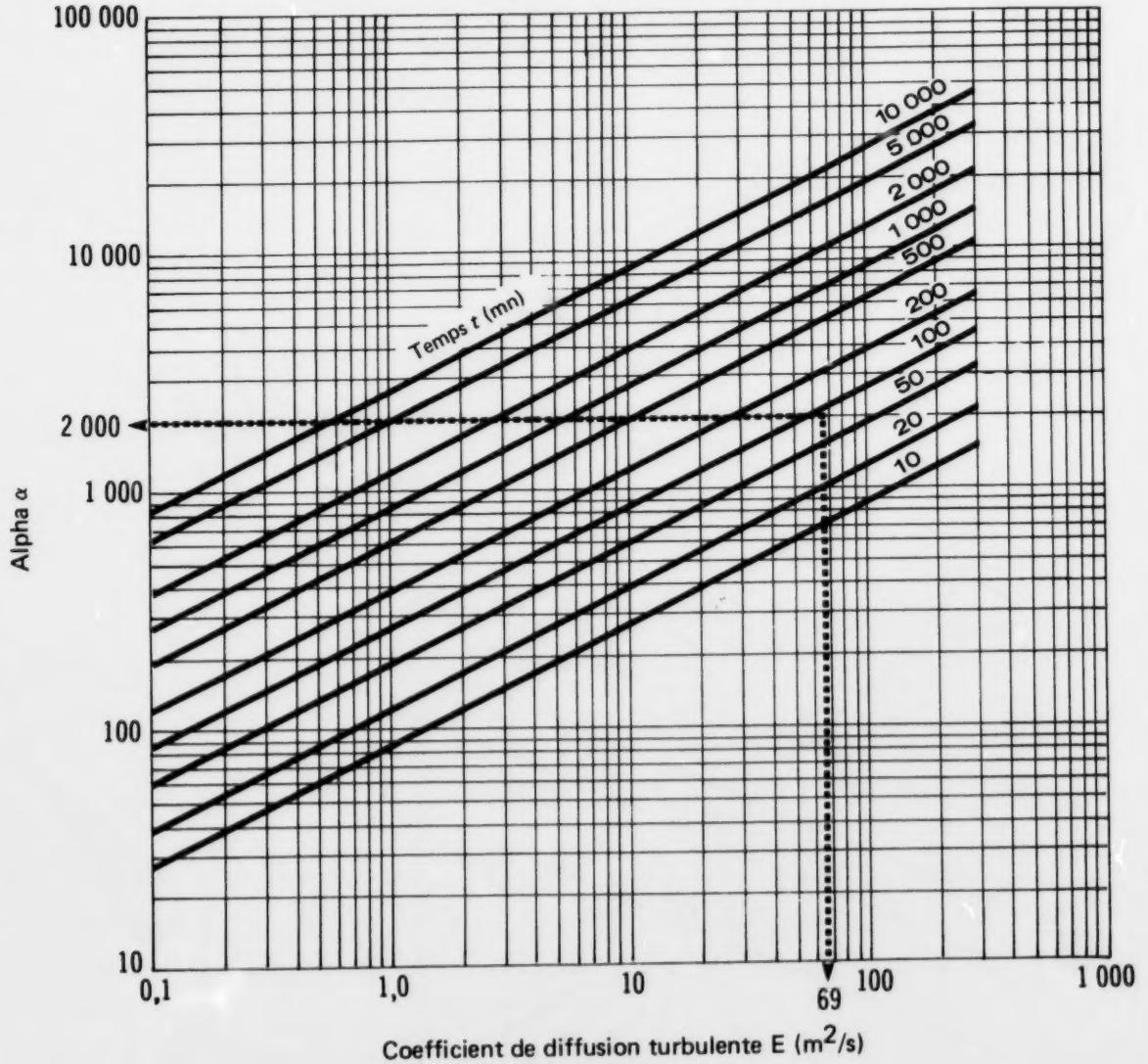


Figure 10

CHLORURE DE POTASSIUM

DELTA
EN FONCTION D'ALPHA

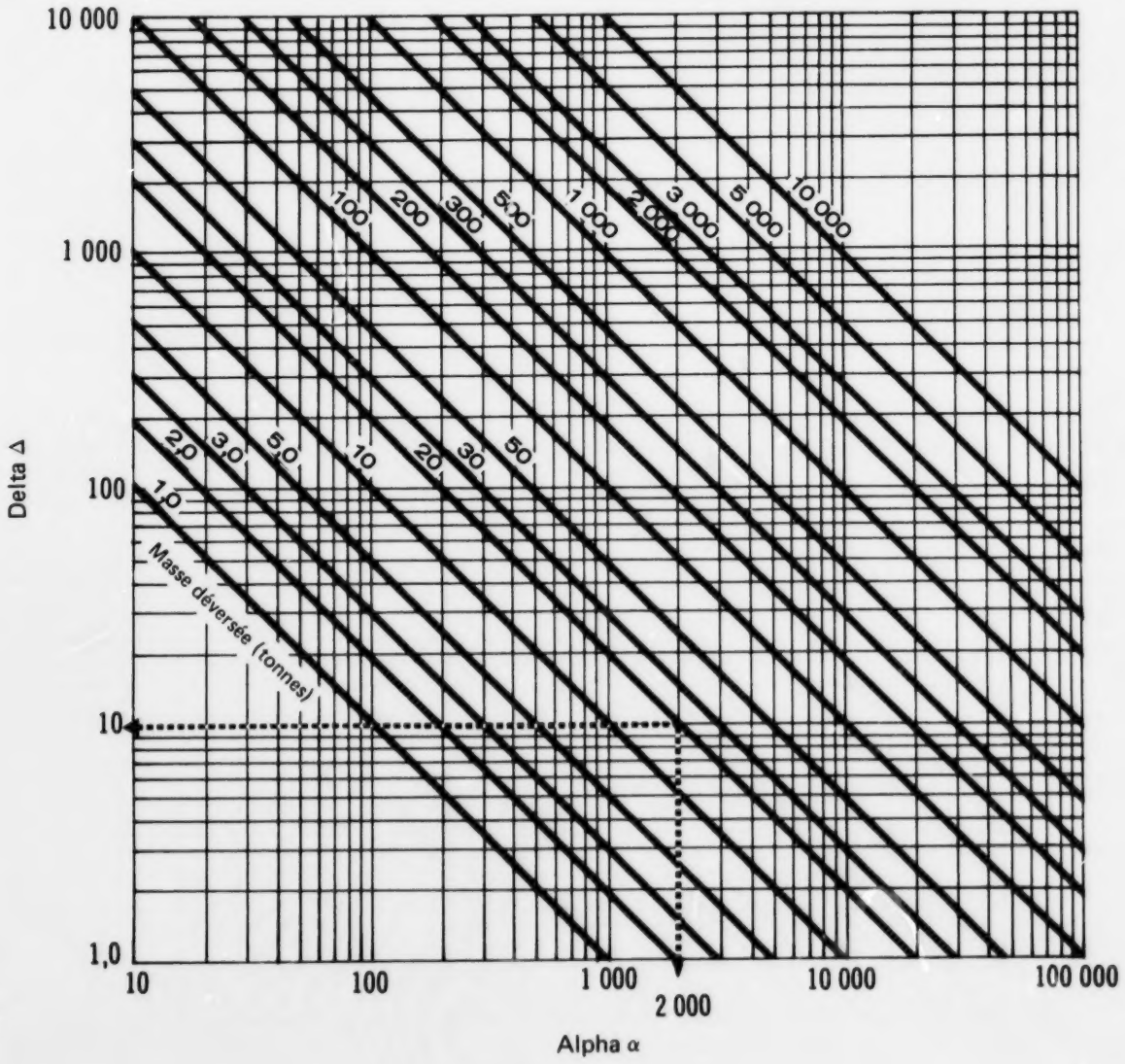


Figure 11

CHLORURE DE POTASSIUM

TENEUR MAXIMALE
EN FONCTION DE DELTA

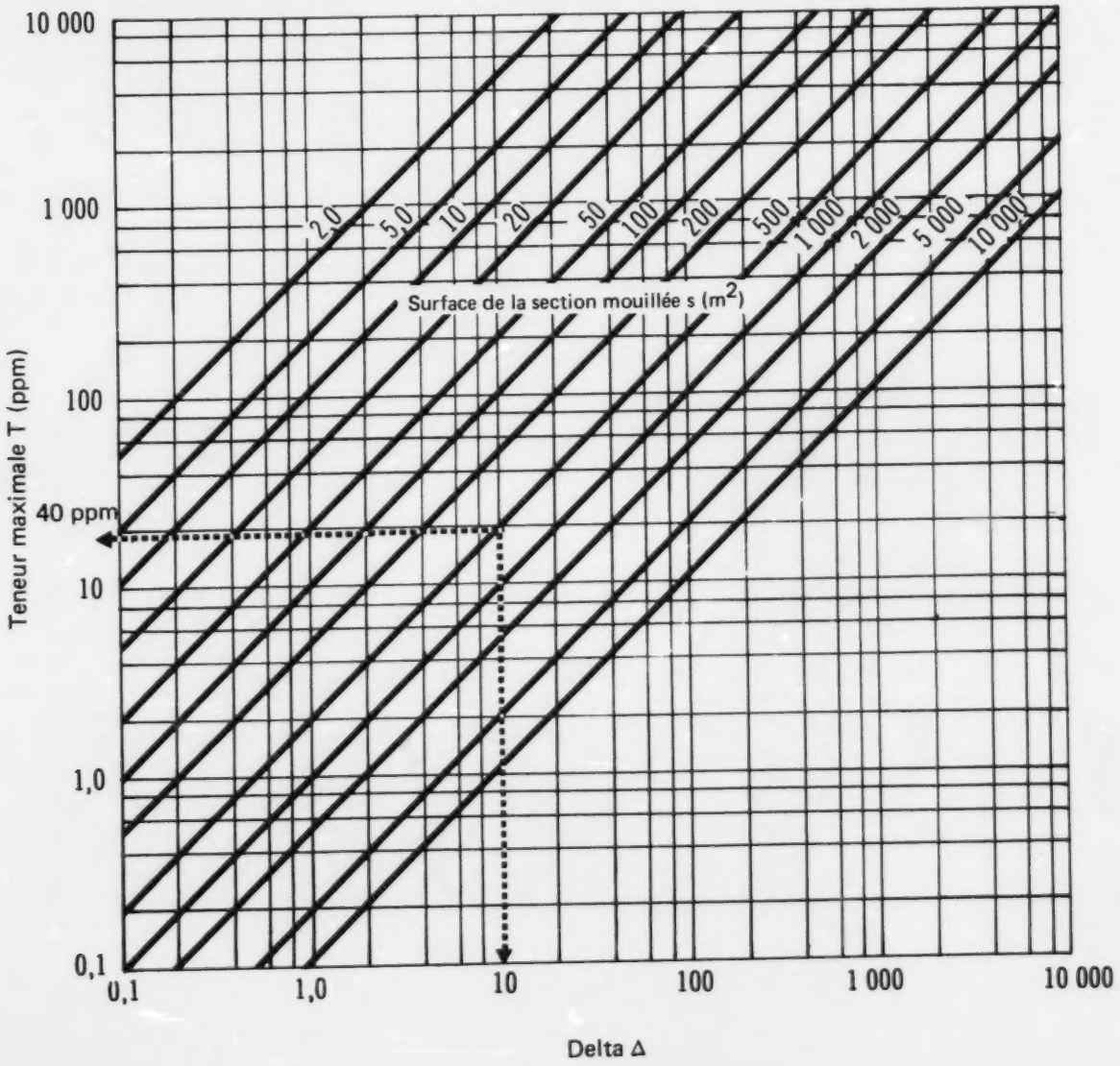


Figure 12

CHLORURE DE POTASSIUM

VOLUME D'EAU EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

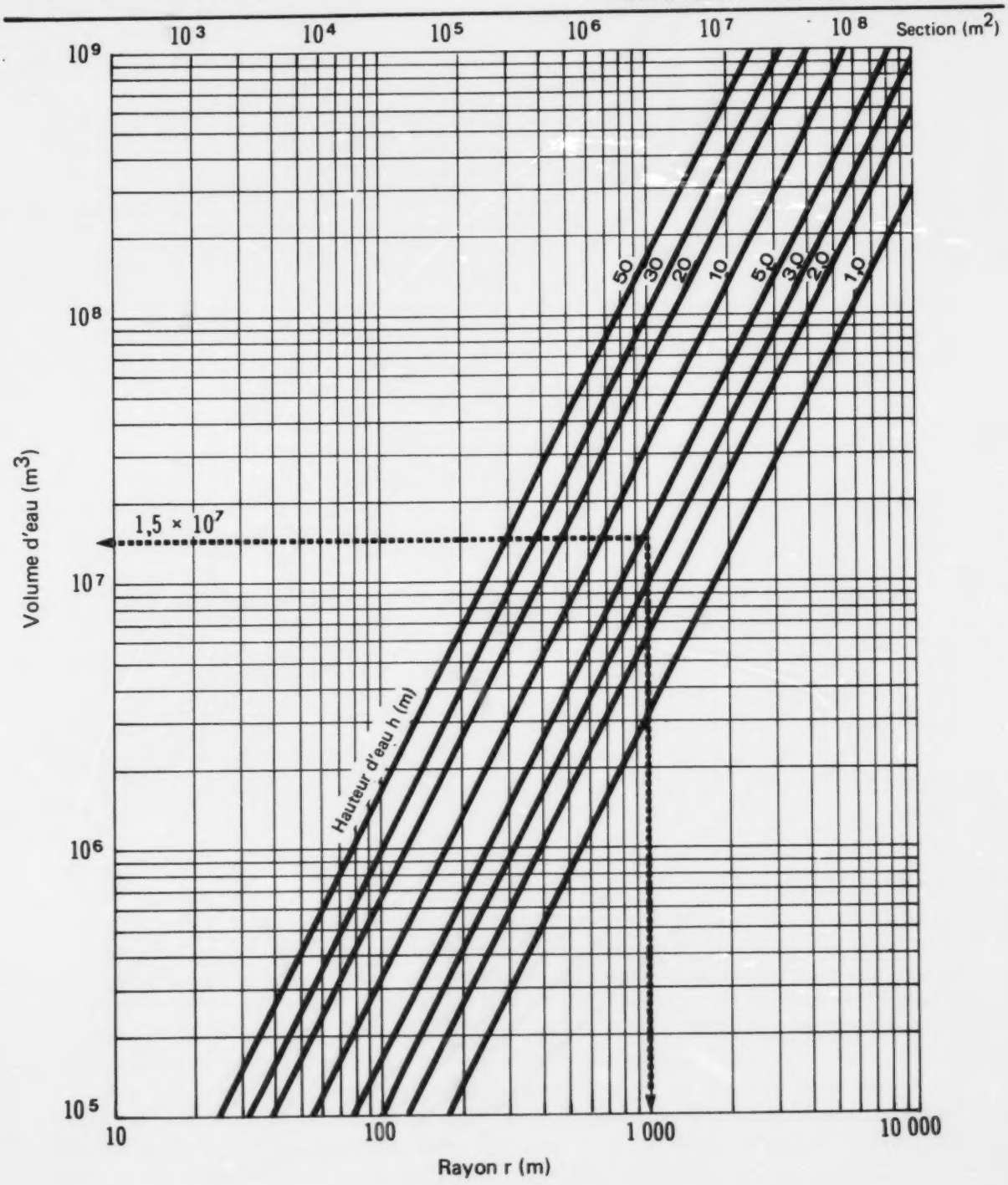
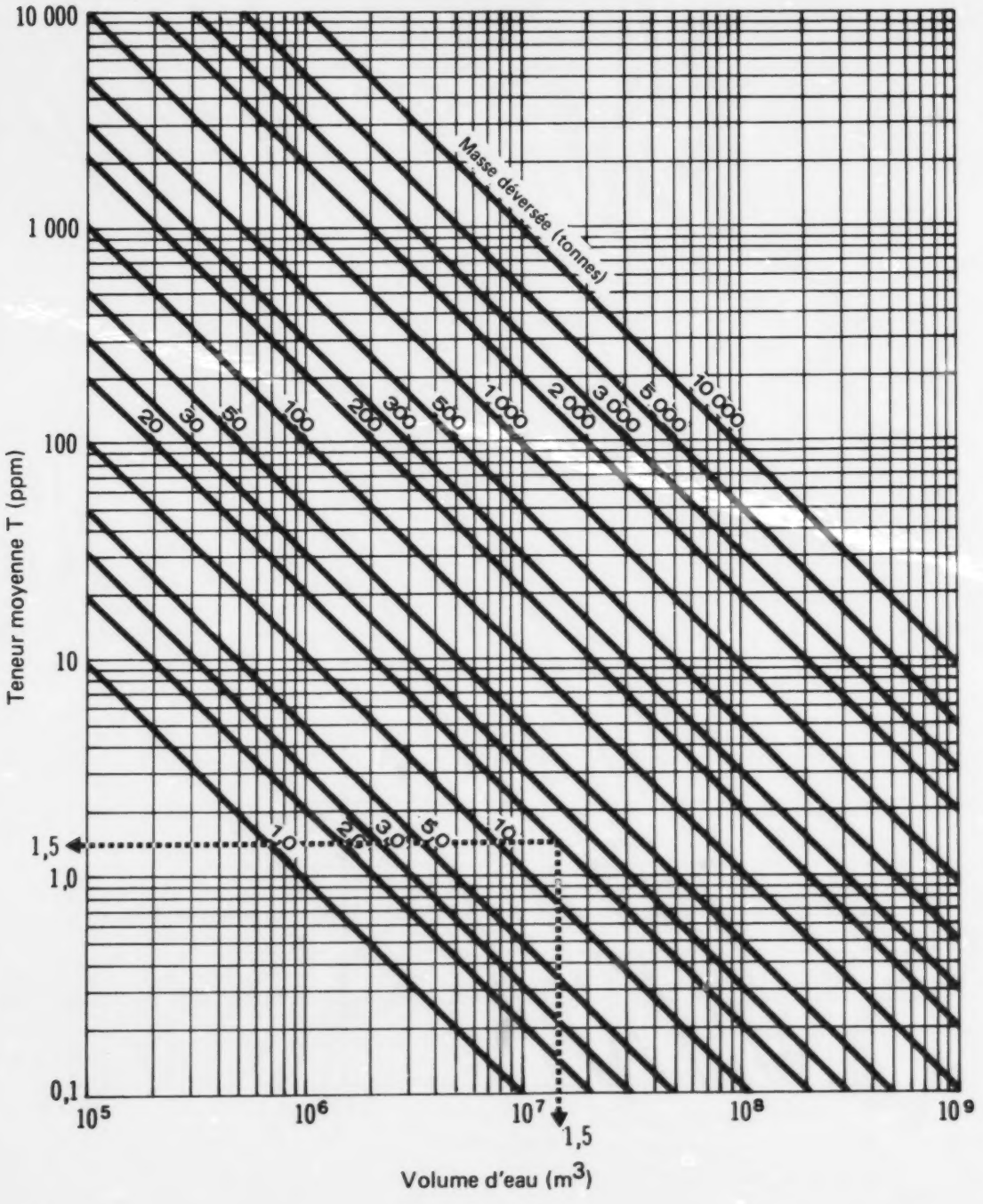


Figure 13

CHLORURE DE POTASSIUM

TENEUR MOYENNE
EN FONCTION DU VOLUME D'EAU



Étape 3 Déterminer le rayon hydraulique.
Comme L = 50 m et h = 5 m, r = 4,2 m (fig. 7).

Étape 4 Déterminer le coefficient de diffusion turbulente.
Comme r = 4,2 m et V = 1 m/s, E = 69 m^2/s (fig. 8).

Étape 5 Déterminer alpha.
Comme E = 69 m^2/s et t = 83 mn, α = 2000 (fig. 9).

Étape 6 Déterminer delta.
Comme α = 2000 et m = 20 tonnes, Δ = 10 (fig. 10).

Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée.
s = L x h = 50 x 5 = 250 m^2.

Étape 8 Déterminer la teneur maximale au point donné.
Comme Δ = 10 et s = 250 m^2, T = 40 ppm (fig. 11).

5.4.3.2 Teneur en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau. – Vingt tonnes de chlorure de potassium ont été déversées dans un lac. Le point qui nous intéresse se trouve le long de la rive, à environ 1000 m du lieu du déversement. Entre ce lieu et le point donné, la hauteur d'eau moyenne est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible en ce point?

Étape 1 Déterminer les paramètres.
h = 5 m; r = 1000 m; m = 20 tonnes.

Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion.
Comme r = 1000 m et h = 5 m, vol. = 1,5 x 10^7 m^3 environ (fig. 12).

Étape 3 Déterminer la teneur moyenne.
Comme vol. = 1,5 x 10^7 m^3 et m = 20 tonnes, T = 1,5 ppm (fig. 13).

5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol

5.5.1 Introduction. – Les lois de la migration des fluides dans le sol, ainsi que leur application dans le cadre de la collection «Enviroguide», sont exposées dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les éléments dont il faut tenir compte dans le cas du déversement et de la migration du chlorure de potassium sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Lorsque du chlorure de potassium solide est répandu sur le sol, le risque de pollution des eaux souterraines est faible si le sol est sec et si aucune précipitation ne tombe avant le nettoyage. Cependant, s'il y a précipitation ou présence de toute autre forme d'humidité ou d'eau, on peut s'attendre que les eaux souterraines seront polluées.

Comme le chlorure de potassium est très soluble (34,4 g/100 g à 20 °C), des solutions concentrées peuvent pénétrer dans le sol. Une certaine interaction aura lieu entre le produit et le sol, probablement sous forme d'échange d'ions. Cependant, la plus grande partie des sels migrera avec les ions échangés vers le bas. L'ion potassium est relativement fixe dans des sols argileux ou limoneux; la migration ne sera que de 1 ou 2 cm par année selon le type de sol et l'humidité présente (Redman, 1978). Cependant, si la teneur en eau est très forte, cette vitesse augmentera beaucoup.

Si le sol de surface est saturé en eau au moment où se produit le déversement, comme cela peut être le cas à la suite de précipitations, le polluant dissous dans les précipitations ruissellera. Dans la présente section, les auteurs ont attribué au sol une capacité normale d'humidité, dite capacité au champ. Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible de diluer le produit au cours de sa migration ou de freiner son mouvement descendant; il s'agit du pire cas possible.

Lorsque le polluant atteint la nappe phréatique, il continue à se déplacer, mais en direction des eaux souterraines. Il y forme un panache de pollution au sein duquel les phénomènes de diffusion et de dispersion contribuent à une certaine baisse de la teneur en polluant (figure 14).

5.5.2 Migration du polluant dans un sol à capacité au champ. – Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration du polluant dans la zone non saturée, jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les vitesses de migration font intervenir la loi de Darcy, alors qu'on pose comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc (ou écoulement piston).

5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant. – Le coefficient de perméabilité K_0 (ou conductivité hydraulique) mesure la perméabilité d'un sol saturé donné vis-à-vis d'un fluide donné. K_0, qui s'exprime en m/s, est donné par la formule suivante:

$$K_0 = \frac{(\rho g)k}{\mu}$$

où: k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)
ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)
μ = viscosité absolue du fluide (Pa . s)
g = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s^2

Dans le cas présent, les fluides retenus sont: une solution titrant 20 p. 100 (en poids) de chlorate de sodium et l'eau. Les valeurs attribuées à l'eau correspondent au point extrême de dilution du produit.

Valeurs établies pour les fluides

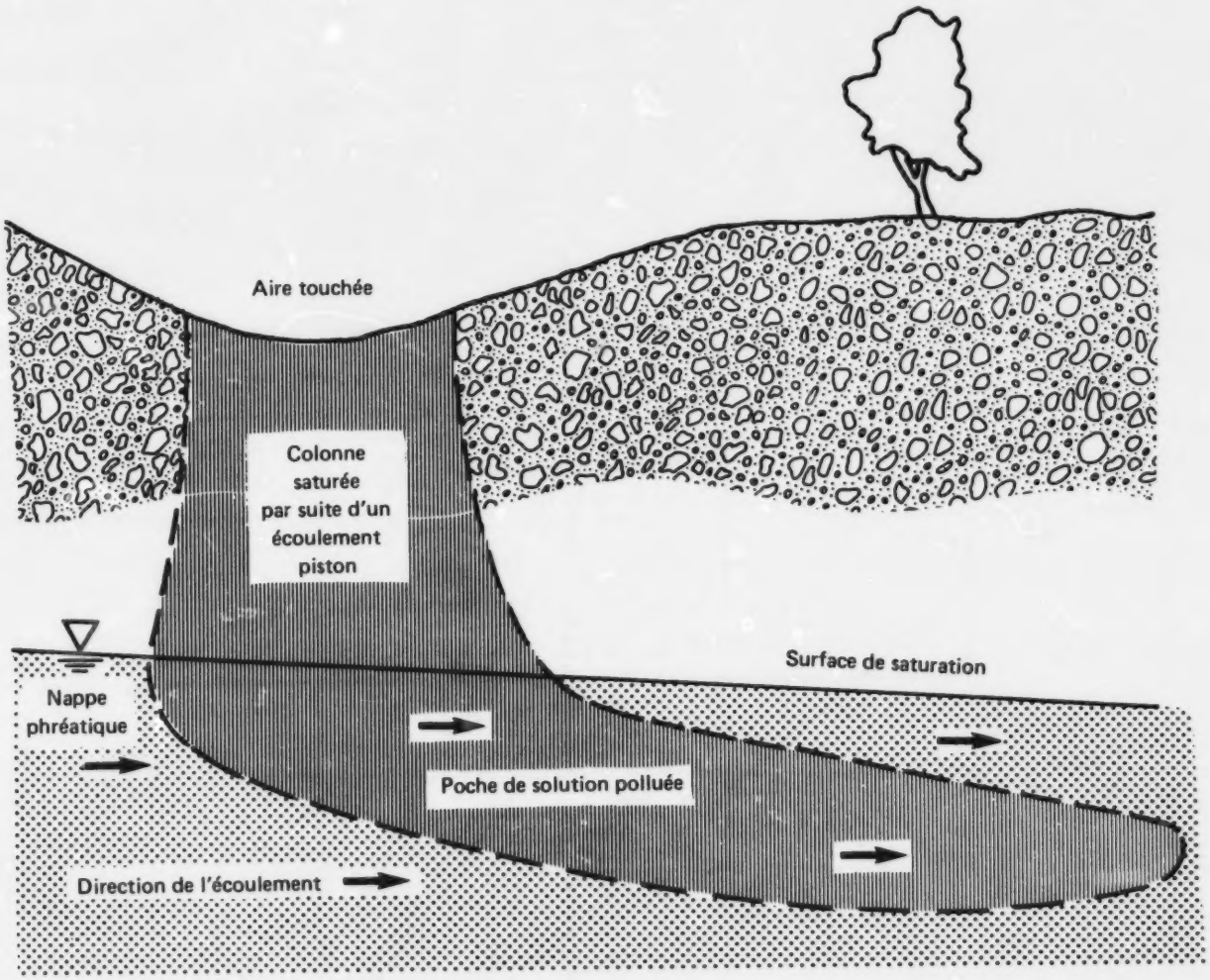
	Solution (20 p. 100 en poids)		Eau
Paramètre	20 °C	4 °C	20 °C
Masse volumique (kg/m^3)	1133	1137	998
Viscosité absolue (Pa . s)	$1,9 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité du sol saturé (m/s)	$(0,58 \times 10^7)k$	$(0,46 \times 10^7)k$	$(0,98 \times 10^7)k$

5.5.4 Types de sol. – Le *Manuel d'introduction Enviroguide* décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous présente les valeurs établies pour les propriétés qui influent sur la migration des fluides.

Figure 14

CHLORURE DE POTASSIUM

MIGRATION DANS LE SOUS-SOL



Sol: sable grossier
Porosité = 0,35
Perméabilité intrinsèque = 10^{-9} m^2
Capacité au champ = 0,075

Figure 15

CHLORURE DE POTASSIUM — **PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES**

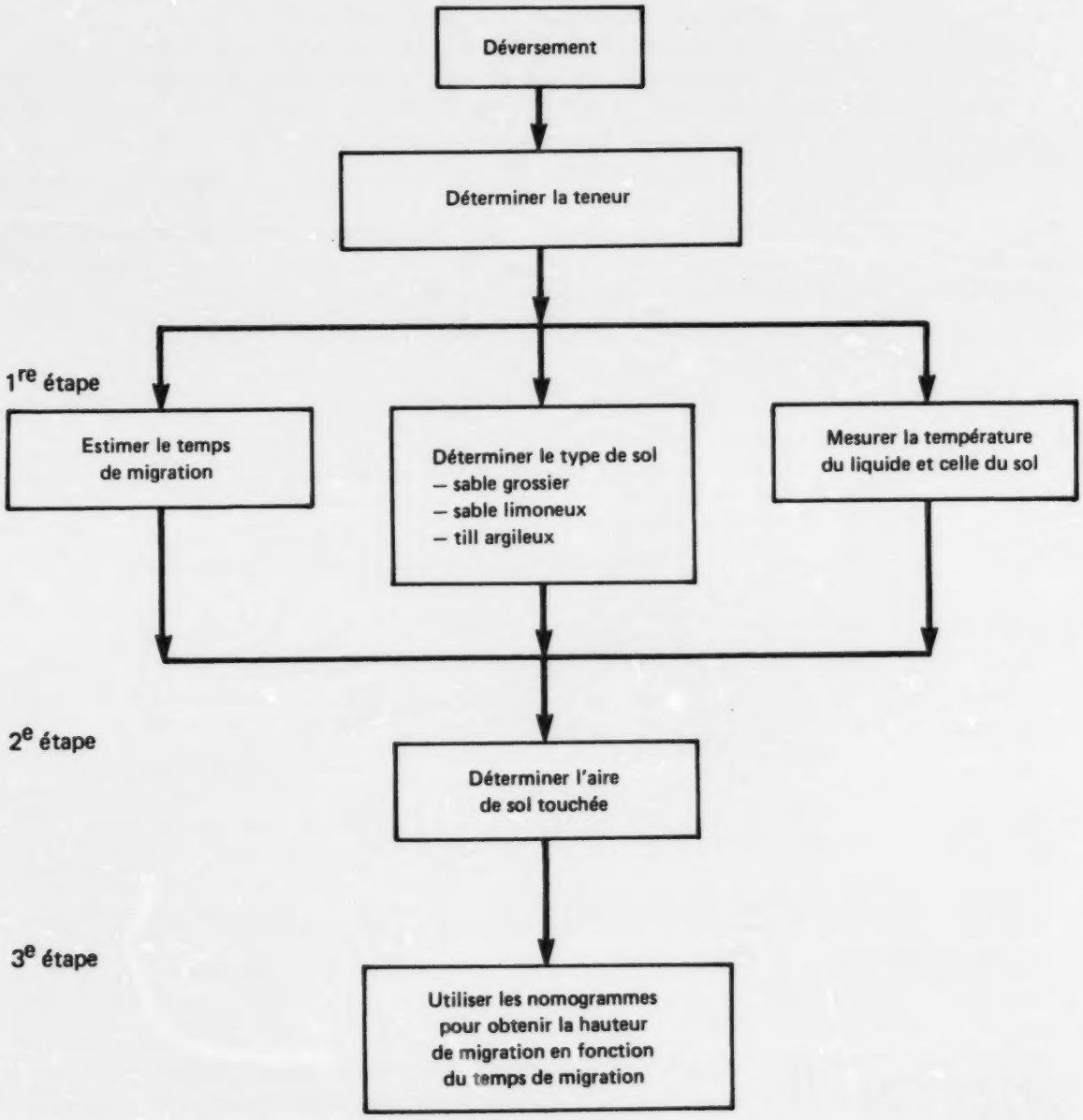


Figure 16

CHLORURE DE POTASSIUM

MIGRATION DANS UN SABLE GROSSIER

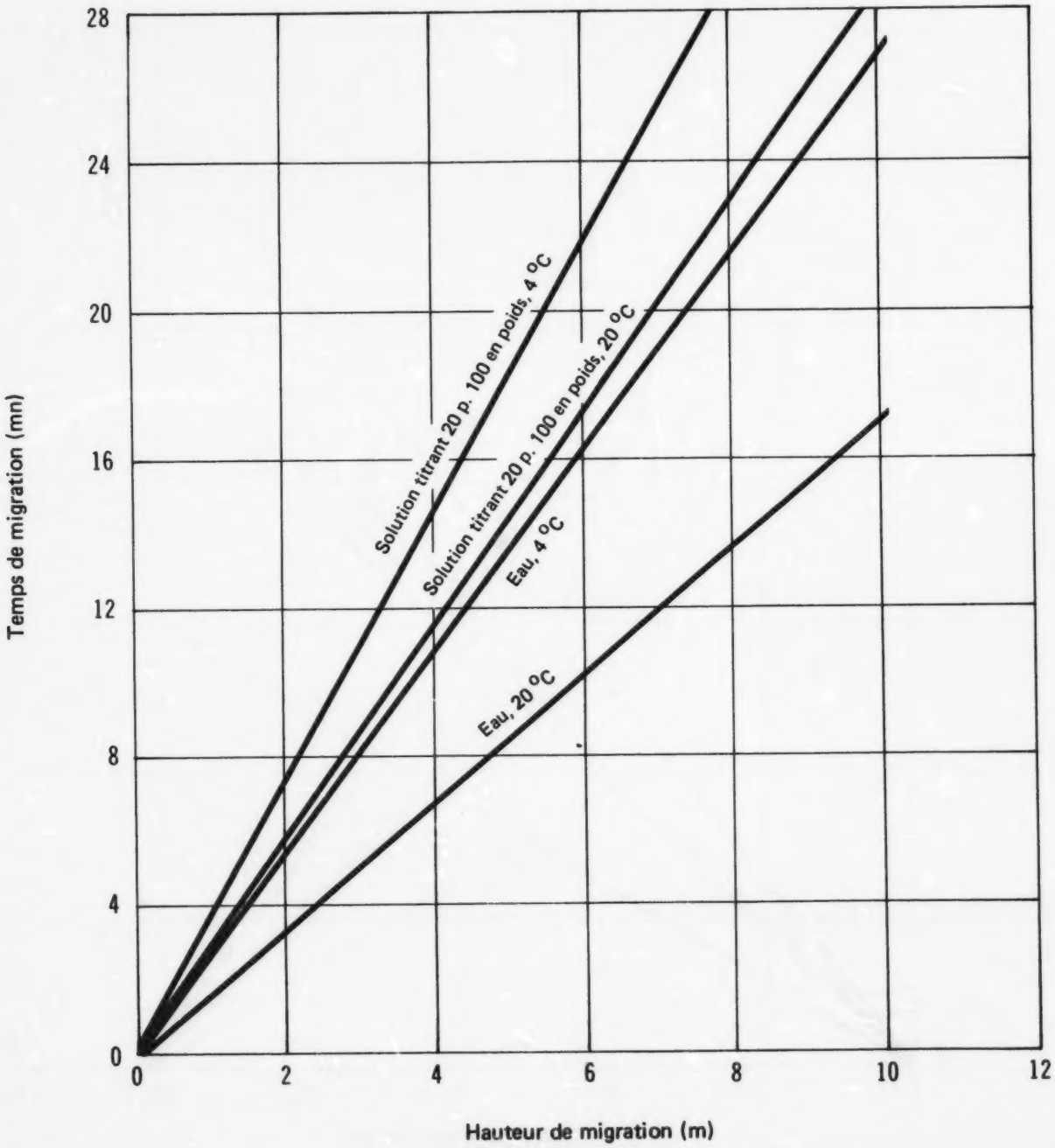


Figure 17

CHLORURE DE POTASSIUM — MIGRATION DANS UN SABLE LIMONEUX

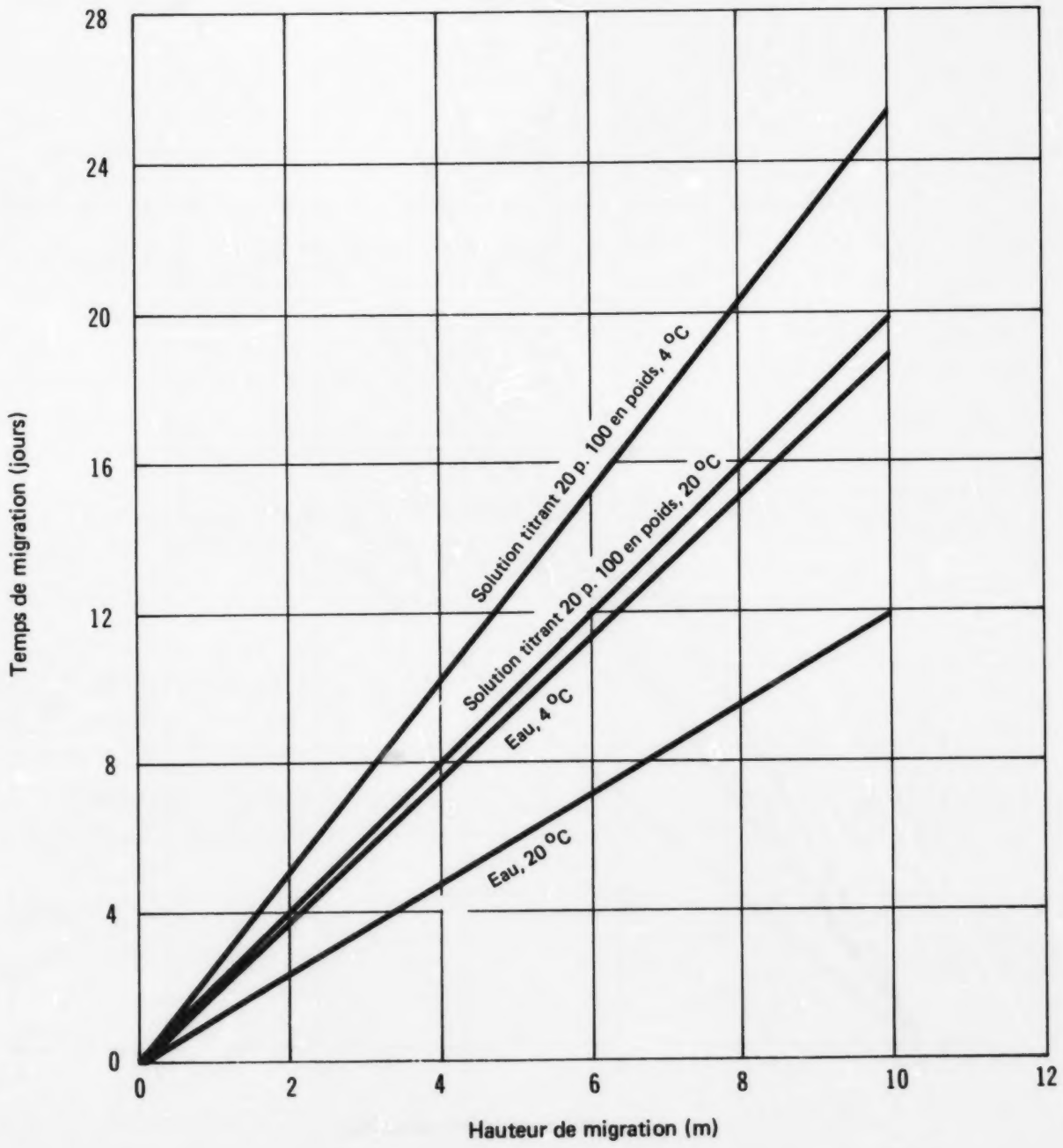
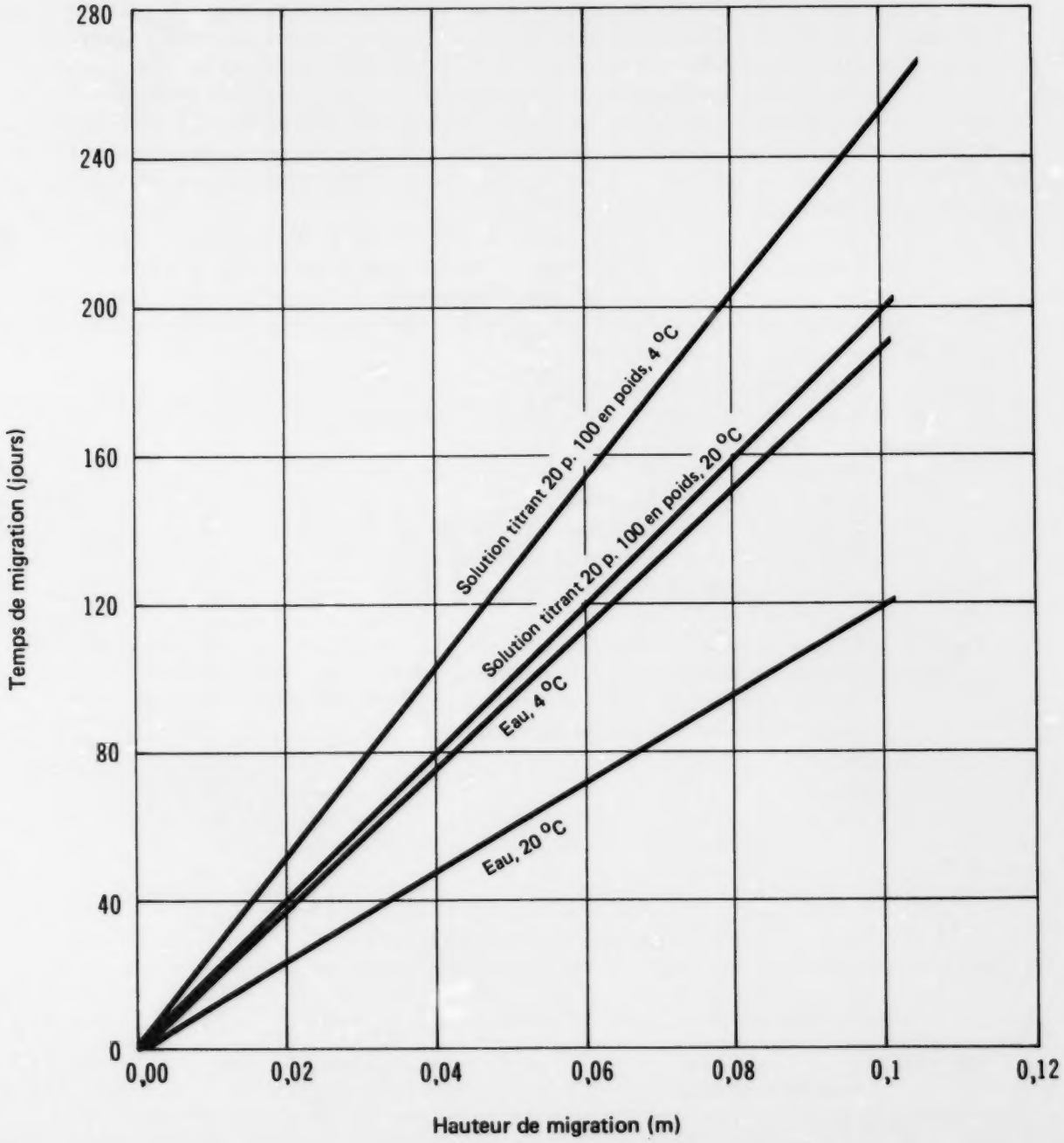


Figure 18

CHLORURE DE POTASSIUM

MIGRATION DANS UN TILL ARGILEUX



Propriété	Valeurs établies pour les sols		
	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (m^3/m^3)	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ (m^3/m^3)	0,075	0,3	0,45

5.5.5 Nomogrammes de la migration. – Un nomogramme de la migration du chlorure de potassium dans la couche de sol non saturée (c.-à-d. à capacité au champ) située au-dessus de la nappe phréatique a été préparé pour chaque type de sol mentionné. Chaque nomogramme montre la hauteur totale de migration h_m en fonction du temps de migration pour un volume donné de fluide déversé au sein d'une colonne de sol d'une superficie donnée. Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le fluide après un temps donné doit être considérée comme maximale. Le lecteur trouvera à la figure 15 le plan d'utilisation des nomogrammes présentés aux figures 16 à 18.

5.5.6 Exemple de calcul. – Vingt tonnes de chlorure de potassium se sont répandues sur un sol constitué de sable limoneux. L'aire touchée a un rayon de 8,6 m. La température atteint 20 °C. Il s'est mis à pleuvoir pendant le nettoyage. Calculer la hauteur de migration atteinte par les fluides, 4 jours après le début de la pluie.

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.
Masse de fluide déversée = 20 000 kg (20 tonnes)
Température = 20 °C
Rayon de l'aire touchée = 8,6 m
Type de sol = sable limoneux
Profondeur de la surface de saturation = 13 m
Temps écoulé depuis le moment du déversement = 4 j

Étape 2 Calculer la superficie de l'aire touchée par le fluide.
Aire = πr^2 = 232 m^2

Étape 3 Évaluer la hauteur de migration après 4 j.
Hauteur de migration = 2,0 m dans le cas de la solution titrant 20 p. 100 en poids
Hauteur de migration = 3,5 m dans le cas de la solution diluée à l'extrême
(La surface de saturation n'est pas atteinte.)

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. – Aucune norme n'a été établie en ce qui concerne la teneur de l'eau en chlorure de sodium.

6.1.2 Qualité de l'air. – Le Saskatchewan a fixé à 0,15 mg/cm^2 pour une période de 30 jours la limite admissible d'émission de chlorure de potassium dans l'atmosphère (Sask. APCA, 1978).

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux USA. – Aucune TLm 96 n'a été établie dans le cas du chlorure de potassium (RTECS, 1979).

6.2.2 Mesures de la toxicité

Toxicité pour les poissons

Teneur mg/l	Durée (h)	Espèce	Résultats	Conditions (eau)	Source
74,6	4,5 à 15	Poisson doré	Mort	Distillée	WQC, 1963
373	12 à 29	Ménés (*Notropis blennis*)	Mort	Température de la pièce	WQC, 1963
751		Doré	Mort	Lac Érié	WQC, 1963
1360	72	Perchaude	Mort	Puits	WQC, 1963
2300	24	Petit poisson d'eau douce	Mort		WQC, 1963
10 368	Non précisée	Alevin de corégone	Mort	Lac Érié	WQC, 1963
15 600	1,2	Poisson doré	Mort		WQCDB-3, 1971
2010	96	Crapet arlequin	TLm	Synthétique	WQCDB-5, 1973
5500	24	Crapet arlequin	TLm	Eau de référence normalisée	WQCDB-3, 1971
4200	48	Gambusie	TLm		WQCDB-3, 197[illegible]
940	96	Crapet arlequin	TLm		WQCDB-3, 1971
12 060	24	Doré	TLm		WQC, 1963
920	96	Gambusie	TLm	Trouble	WQC, 1963
1941	24	*Lymnea* sp.		Eau de référence normalisée	WQCDB-3, 1971

Toxicité pour les micro-organismes

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultats	Conditions (eau)	Source
1337	120	*Nitzschia linearis*	TLm	Eau de mer synthétique, aérée	WQCDB-5, 1973

Toxicité pour les invertébrés

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultats	Conditions (eau)	Source
373 à 432	64	*Daphnia magna*	Seuil d'immobilisation	Lac Érié	WQC, 1963
679	24	*Daphnia magna*	TLm	Normalisée	WQCDB-3, 1971
1250 à 1860	Quelques-uns	*Daphnia crustacea*	Mort	Variées	WQC, 1963
600		*Daphnia pulex*	Aucun effet		NRCC, 1977
127		*Leptodora kindtii*	Seuil d'immobilisation	Lac Érié	WQC, 1963
640		*Cyclops vernalis*	Seuil d'immobilisation	20 à 25 °C	WQC, 1963
1200		Gastropode (*Biomorpholaria alexandrina*)	Limite de tolérance		WQCDB-3, 1971
1800		Gastropode (*Bulinus truncatus*)	Limite de tolérance		WQCDB-3, 1971
940	96	Escargot (*Physa heterostropha*)	TLm		WQC, 1963

Toxicité pour les espèces marines

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultats	Conditions (eau)	Source
47 700	96	Épinoche à 3 épines (*Gasterosteus aculeatus*)	Teneur létale 50	Test «statique» avec saumure artificielle, 5 °C	Hutcheson, 1983
52 500	96	Polychète (*Nephtys incisa*)		Test «statique» avec saumure artificielle, 5 °C	Hutcheson, 1983
54 800	120	Moule bleue (*Mytilus edulis*)		Test «statique» avec saumure artificielle, 5 °C	Hutcheson, 1983

6.3 Toxicité pour le bétail

Aucun effet nocif n'a été observé chez des moutons dont l'eau d'alimentation contenait 116 g de KCl/j (WQC, 1963). Au bout de 10 jours, un tiers des poussins alimentés en eau contenant du chlorure de potassium (2500 mg/l) sont morts (WQC, 1963). Les vaches laitières auxquelles on a donné de l'acétate de potassium équivalant à 1,6 kg de potassium par jour n'ont présenté aucun symptôme; les veaux ont cependant présenté des symptômes à des teneurs plus faibles. Les moutons sont très tolérants au potassium, même à des teneurs élevées (NRCC, 1977).

6.4 Études sur le milieu aquatique

Selon Srivastava (1982), qui a étudié les effets du chlorure de potassium sur le sang des saccobranches *Heteropneustes fossilis*, les teneurs normales de l'eau n'ont causé aucun effet nocif sérieux ou irréversible.

6.5 Effets sur les végétaux

Un certain nombre d'études ont porté sur les effets du chlorure de potassium, surtout sous forme de poussière, sur la végétation. Plusieurs études ont porté sur les pertes de rendement des grandes cultures par suite de la salinité due, entre autres, à la poussière de chlorure de potassium. Dans un cas, de la poussière de chlorure de potassium d'affinerie, appliquée à du blé et à de l'orge, a causé des pertes considérables de rendement, à des teneurs de 35 g/m^2. Une autre étude a démontré que 224 g/m^2 de poussière de sel de potasse appliquée à du blé a diminué de façon notable le rendement. À des teneurs de 1120 g/m^2, le rendement a diminué de moitié dans des conditions d'humidité élevée et d'un quart dans des conditions de faible humidité (NRCC, 1977). Selon un chercheur, chaque gramme de poussière appliqué abaisse le rendement de chaque plant de blé de 0,01 g. Des expériences sur le terrain ont montré que le rendement du blé, de l'orge et du seigle n'a pas été touché par des applications de moins de 1120 g/m^2, alors qu'une autre étude a montré que 250 g/m^2 diminuent le rendement. Les divergences entre ces études ont été attribuées à des différences sur le plan de la salinité naturelle du sol et du drainage (Hart, 1983). Dans le cadre d'une autre étude, des applications de 1790 et de 3360 g/m^2 sur le blé ont abaissé le rendement de 21 et de 53 p. 100 respectivement, et sur le colza, de 19 et de 25 p. 100 respectivement. L'application sur ces deux parcelles de chaux de dolomie à 11 et 22 p. 100 a permis un retour à la normale des rendements (Redmann, 1978). Dans une autre expérience, le colza n'a pas connu de perte de rendement à 52 g/m^2 ni à 75 g/m^2, mais il a souffert de nécroses foliaires (NRCC, 1977).

On a montré que l'humidité relative influait considérablement sur la gravité des dégâts causés aux cultures par la poussière; la valeur critique a été établie à 55 p. 100. Lorsque l'humidité relative était inférieure à 55 p. 100, peu de dégâts ont été observés pour de faibles applications de poussière; au-delà de cette valeur, des dégâts considérables ont été notés. L'application de doses élevées de poussière a entraîné des teneurs élevées en ions chlorure (Cl-) dans le feuillage et dans les graines. Des teneurs élevées semblables ont été observées dans les cultures adjacentes à des mines de potasse. L'orge et l'avoine semblent accumuler plus de chlorure de potassium que le blé. On a montré que chez le blé l'accumulation résulte du contact des feuilles avec la substance plutôt que de l'assimilation par les racines, alors que chez l'avoine et l'orge la principale source de chlorure de potassium est le sol (NRCC, 1977). Dans la plupart des études, les détériorations présentaient une bonne corrélation avec les quantités de chlorure. Une teneur en chlorure de 0,23 p. 100 (en poids sec) des feuilles a été corrélée à de faibles détériorations, alors que les plantes présentant des teneurs plus élevées ont subi plus de détériorations (Redmann, 1978).

Une étude effectuée à l'Université du Saskatchewan a montré que des doses de chlorure aussi faibles que 50 g/m^2 par mois peuvent endommager les plantes ligneuses et que la limite de tolérance (seuil d'endommagement) pourrait n'être qu'un dixième de cette quantité. Les plantes exposées à de fortes teneurs en sels en suspension dans l'atmosphère présentent des symptômes comme des brûlures des marges des feuilles ou des sommets du limbe des feuilles, des chloroses internervales ou marginales, une défoliation prématurée et le dépérissement de l'extrémité des branches. Les arbres sont plus vulnérables au printemps, juste après le dépassement du point de congélation. La différence entre l'assimilation par les feuilles et l'assimilation par les racines est marquée; en effet, l'assimilation par les feuilles est plus rapide et plus intermittente. Les espèces qui tolèrent la salinité du sol peuvent être endommagées par l'application de potasse sur leurs feuilles. De plus, comme il a été noté ci-dessus, l'assimilation par les feuilles est plus forte lorsque l'humidité atmosphérique est élevée (Redmann, 1983).

Les espèces ligneuses sont plus vulnérables à de fortes teneurs en chlorure que ne le sont les plantes herbacées. Le seuil de nocivité des retombées pour le peuplier tremble est de 5,0 g/m^2 par mois. Chez les espèces ligneuses à feuilles caduques, les feuilles les plus jeunes sont les plus sensibles, alors que chez les conifères les aiguilles d'un an sont les plus sensibles. L'épinette blanche est considérée comme sensible et l'olivier de Bohême et l'épinette du Colorado sont considérés comme résistants (Redmann, 1983). Des expériences ont montré que ce sont les bouts des aiguilles des conifères qui dépérissent d'abord lorsque ces arbres sont atteints par de la poussière de chlorure de potassium. Voici une liste d'arbres classés par ordre décroissant de vulnérabilité (ordre croissant de résistance) à la poussière de chlorure de potassium: l'érable à Giguère, l'orme blanc, le saule, le frêne vert, l'acacia jaune, le pin, le lilas, le peuplier et l'épinette du Colorado (Redmann, 1978).

6.6 Dégradation du polluant

Le chlorure de potassium ne se biodégrade pas; le potassium est cependant un nutriant et il sera à la longue absorbé par des organismes vivants.

6.7 Devenir et effets à long terme

Il n'y a ni bioconcentration ni bio-accumulation du chlorure de potassium dans les tissus des organismes vivants.

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

Dans les écrits publiés, on trouve très peu d'information sur les effets toxiques potentiels du chlorure de potassium. On en trouve un peu sur l'ingestion du chlorure de potassium le plus pur, par l'homme, dans le cadre d'utilisations pharmaceutiques.

Le potassium est un élément essentiel et la quantité totale de potassium présente dans le corps est étroitement contrôlée par les reins. L'homme tolère l'absorption d'une grande quantité de potassium; malgré tout, l'intoxication est possible si de grandes quantités sont absorbées ou si les reins fonctionnent mal.

Les auteurs n'ont trouvé, dans les écrits consultés, aucune norme ni aucune étude ou monographie importante sur la toxicité du chlorure de potassium. De plus, aucune information sur les pouvoirs mutagène, tératogène ou cancérigène du chlorure de potassium n'a pu être tirée de l'enquête bibliographique menée par les auteurs. Le chlorure de potassium figure dans l'inventaire TSCA de l'EPA (RTECS, 1979). Les données toxicologiques résumées ci-après proviennent d'ouvrages de référence fiables et reconnus.

7.1 Normes d'exposition

Toxicité pour l'homme

Notion	Origine	Teneur	Source
TLV®		Poussière nuisible: 10 mg/m^3 ou particules inhalables: 5 mg/m^3	TLV, 1983
DL min. (2 j)		938 mg/kg pour un jeune enfant	RTECS, 1979
DL probable		0,5 à 5 g/kg	TDB (on-line), 1981

7.2 Données sur l'action irritante

7.2.1 Contact avec la peau. – Aucune donné n'a été obtenue.

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE LAPIN 500 mg (24 h)	Inflammation grave	RTECS, 1979

7.3 Données sur les propriétés organoleptiques

7.3.1 Odeur. – Le chlorure de potassium est inodore (Kirk-Othmer, 1982).

7.3.2 Saveur. – Le chlorure de potassium a une saveur saline.

Paramètre	Milieu	Teneur	Source
Seuil de perception	Eau	0,0170 mol/l	ASTM, 1980
Seuil de perception	Eau	0,320 g/100 ml	ASTM, 1980

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation (de poussière)

Exposition	Effets	Source
60 à 2000 mg/m^3 (expositions prolongées et répétées)	Perforation du septum nasal observé chez des mineurs travaillant sous terre	NRCC, 1977

7.4.2 Ingestion

Exposition	Effets	Source
	A. – Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
40 à 50 g (KCl)	Une femme de 84 ans ayant déjà subi plusieurs défaillances cardiaques, mais dont l'état cardiaque semblait s'être stabilisé, s'est suicidée en ingérant des suppléments liquides de potassium. La dose estimée, de 540 à 720 milliéquivalents, était égale à 40 à 50 g de KCl.	TDB (on-line), 1981
0,5 à 5 g/kg	La dose létale probable se situe entre 30 et 473 ml pour une personne de 70 kg. Une grave intoxication est rare parce que de fortes doses uniques provoquent généralement des vomissements. De plus, en l'absence de trouble rénaux préexistants, le potassium est rapidement éliminé.	
938 mg/kg (2 j)	Dose létale minimale pour un jeune enfant.	RTECS, 1979
• CHEZ LE COBAYE		
2500 mg/kg	Dose létale 50	RTECS, 1979
• CHEZ LE RAT		
2430 mg/kg	Dose létale minimale	RTECS, 1979
• CHEZ LA SOURIS		
383 mg/kg	Dose létale 50	RTECS, 1979
• CHEZ UNE ESPÈCE NON IDENTIFIÉE		
Dose inconnue (24 h)	Des animaux sont morts d'insuffisance respiratoire, parfois précédée de convulsions et accompagnée de gastro-entérite, de déshydratation des organes et de nécrose tubulaire rénale précoce. Les survivants ont souffert d'anorexie, de polydipsie, de polyurie, de fièvre, de convulsions et de dérangements gastro-intestinaux.	TDB (on-line), 1981

7.4.3 Administration par voie sous-cutanée

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE PORC 2210 mg/kg	Dose létale minimale	RTECS, 1979
• CHEZ LE COBAYE 2550 mg/kg	Dose létale minimale	RTECS, 1979

7.4.4 Mutagénicité, tératogénicité et carcinogénicité. – Aucune donnée n'a été obtenue.

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

7.5.1 Inhalation

1. Légère irritation des muqueuses du nez (Lefèvre, 1980)
2. Éternuements (Lefèvre, 1980)

7.5.2 Ingestion

1. Indolence (TDB (on-line), 1981)
2. Malaises abdominaux (TDB (on-line), 1981)
3. Nausées (TDB (on-line), 1981)
4. Vomissements (TDB (on-line), 1981)
5. Irritation du tractus digestif (TDB (on-line), 1981)
6. Diarrhée (TDB (on-line), 1981)
7. Affaiblissement général (TDB (on-line), 1981)
8. Vertige (TDB (on-line), 1981)
9. Paresthésie (TDB (on-line), 1981)
10. Confusion mentale (TDB (on-line), 1981)
11. Paralysie flasque (TDB (on-line), 1981)
12. Hypotension (TDB (on-line), 1981)
13. Arythmie cardiaque et blocage du coeur (TDB (on-line), 1981)
14. Mort (TDB (on-line), 1981)

7.5.3 Contact avec la peau. – Aucune donnée n'a été obtenue.

7.5.4 Contact avec les yeux. – Aucune donnée n'a été obtenue.

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre le chlorure de potassium et divers agents

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
En général														
Feu											●		Se sublime à 1500 °C	Sax, 1979
Corps														
Acide sulfurique et pergamate de potassium			●										À l'état de traces, explosifs s'il y a mélange	NFPA, 1978
Trifluorure de brome											●		Attaqué rapidement par le chlorure de potassium	NFPA, 1978

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les brefs exposés qui figurent dans la présente section sont repris des ouvrages sur lesquels a porté notre enquête bibliographique. Leur formulation d'origine a été respectée pour éviter toute déformation de sens; ce faisant, il a été impossible d'empêcher que n'apparaissent des divergences entre les sources d'information. Toutefois, les divergences au sujet de mesures qui s'appliquent à des cas particuliers ne sont qu'apparentes, l'information pouvant être correcte ou non selon la situation. Enfin, le lecteur notera que la mention d'une mesure ne constitue d'aucune façon une recommandation de la part d'Environnement Canada.

9.1.1 Danger d'incendie. – Le chlorure de potassium est un corps ininflammable qui n'entretient pas la combustion (Kerr-McGee MSDS, 1980).

9.1.2 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.2.1 Information générale. – Arrêter ou ralentir le déversement, si cela ne présente aucun risque.

9.1.2.2 Déversement sur le sol. – Si le produit est à l'état solide, le ramasser à la pelle et le déposer dans des récipients en vue de sa récupération ou de son élimination (ERG, 1980; Kerr-McGee MSDS, 1980). Si le produit est à l'état liquide, dans la mesure du possible le confiner, le laisser absorber dans du sable ou d'autres matériaux absorbants incombustibles, puis ramasser à la pelle et déposer dans des récipients (munis de couvercles) en vue d'une élimination (ERG, 1980).

Pour redonner à une terre agricole sa productivité normale, on peut appliquer de la chaux de dolomie à une dose d'environ la moitié de la quantité de chlorure de potassium résiduelle dans le sol (Redmann, 1978).

9.1.2.3 Déversement dans l'eau. – Dans la mesure du possible, confiner le liquide et le récupérer pour traitement. Le chlorure de potassium peut être enlevé de l'eau par osmose inverse. Si le confinement et l'élimination sont impossibles, s'assurer que la teneur soit abaissée en deçà du seuil de toxicité pour la vie aquatique.

9.1.3 Élimination du polluant. – Le chlorure de potassium recueilli sur les lieux d'un déversement ne doit jamais être rejeté dans les eaux de surface ou dans des égouts. Il doit être transporté dans une décharge pour produits chimiques, avec l'approbation des services de protection de l'environnement (Kerr-McGee MSDS, 1980).

9.1.4 Appareils et vêtements de protection. – Avant d'entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés ne sont connus, il faut revêtir un scaphandre résistant aux agents chimiques et porter un appareil respiratoire isolant.

Si le produit déversé s'avère être du chlorure de potassium, on peut porter un masque antipoussières pour se protéger au besoin (Kerr-McGee MSDS, 1980).

10 CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

10.1 Information générale

Le chapitre 10 donne en principe des renseignements qui permettent au lecteur de mieux comprendre le processus d'intervention et les mesures de lutte que requiert un déversement accidentel. Les cas rapportés sont choisis en fonction de certains critères; il ne faut pas voir dans le nombre de cas décrits une indication relative à l'ampleur ou à la fréquence des déversements.

Lorsqu'il y aura une nouvelle édition du présent guide, les auteurs procéderont à une mise à jour qui permettra de présenter dans ce chapitre toute information pertinente qui rendra compte du progrès des techniques d'intervention.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Spectrophotométrie d'absorption atomique (NIOSH, 1979). – La technique vaut pour des teneurs en chlorure de potassium, sous forme de potassium, variant entre 4,2 et 84 $\mu g/m^3$ (1 à 30 ppb).

Un volume connu d'air est aspiré à travers un filtre d'ester cellulosique de 37 mm de diamètre, à pores de 0,8 μ, placé dans un porte-filtre à cassette à deux pièces. Nous recommandons un échantillon de 180 l, prélevé à un débit de 1,5 l/mn.

Le filtre d'échantillonnage est transféré dans un bécher propre de 125 ml et l'on y ajoute 6,0 ml d'acide nitrique à 10 p. 100. Le bécher est recouvert d'un verre de montre et chauffé à 165 °C sous la hotte. On continue à chauffer jusqu'à ce que le filtre se dissolve et produise une solution légèrement jaunâtre. Le verre de montre est rincé avec de l'acide nitrique à 10 p. 100, et l'eau de rinçage est versée dans le bécher. L'échantillon est placé au bain-marie jusqu'à ce que le liquide soit complètement évaporé. On ajoute ensuite 5 ml d'acide nitrique à 10 p. 100 et on chauffe l'échantillon à 100 °C pendant 5 minutes. La solution est transférée dans une fiole jaugée de 10 ml. On ajoute 0,2 ml de sulfate de cadmium à 50 mg/ml. On complète le volume jusqu'au trait de jauge avec de l'acide nitrique à 10 p. 100.

Un volume de 2 ml de l'échantillon est aspiré dans la flamme d'un spectrophotomètre d'absorption atomique adéquat muni de brûleurs air-acétylène et oxyde nitreux-acétylène, d'une lampe à cathode creuse au deutérium, de détendeurs à deux chambres pour l'air, l'acétylène et l'oxyde nitrique, ainsi que d'un ruban chauffant et d'un rhéostat pour le détendeur d'oxyde nitrique. L'absorption est mesurée à 766,5 nm et la teneur, déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.2 Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)

Le chlorure de potassium présent dans l'air peut être caractérisé à l'état de potassium par un test de coloration de flamme. L'échantillon est prélevé de la même manière qu'en 11.1.1, et

digéré. Un fil de platine propre est trempé dans l'échantillon et placé dans la partie la plus chaude de la flamme d'un bec Bunsen. Une couleur de flamme violet pâle de faible intensité indique la présence de potassium (Welcher, 1955).

11.3 Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Photométrie de flamme (ASTM, 1979). – La photométrie de flamme peut permettre de mesurer une teneur en chlorure de potassium à l'état de potassium de 1 à 100 mg/l (ppm). Un minimum de 2 l d'un échantillon représentatif est prélevé et placé dans un contenant approprié. Si l'échantillon est trouble, il est filtré sur un papier filtre de 11 cm sans résidus. L'échantillon est ensuite aspiré dans la flamme d'un photomètre de flamme approprié. L'intensité de l'émission est mesurée à 768 nm et la teneur de l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.4 Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)

Un test de coloration de flamme peut servir à déterminer la présence de chlorure de potassium sous forme de potassium dans l'eau. L'échantillon est prélevé comme en 11.3.1. Un fil de platine propre est trempé dans l'échantillon et placé dans la partie la plus chaude d'un bec Bunsen. Une flamme de couleur violet pâle de faible intensité indique la présence de potassium (Welcher, 1955).

11.5 Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)

11.5.1 Photométrie de flamme (Hesse, 1972). – On peut mesurer une teneur variable (selon la portion d'extrait atomisée) en chlorure de potassium à l'état de potassium par photométrie de flamme.

Un échantillon de 1,0 g de particules de sol de 0,15 mm (passé sur un tamis dont les mailles font 0,15 mm), pesé avec précision, est placé dans un creuset en platine et humidifié avec deux gouttes d'eau. Un volume de 5 ml d'acide fluorhydrique et de 0,5 ml d'acide perchlorique à 60 p. 100 est ajouté à l'échantillon. Le creuset est presque complètement recouvert par son couvercle et le mélange est chauffé à 200 °C jusqu'à évaporation complète du liquide. On laisse refroidir le creuset et on ajoute 5 ml d'acide chlorydrique 6 *M*. On remplit ensuite le creuset d'eau à moitié. On fait bouillir doucement le contenu du creuset pendant 5 minutes. Le résidu dissous est transféré dans une fiole jaugée de 100 ml et le volume est complété jusqu'au trait de jauge.

L'échantillon est aspiré dans la flamme d'un photomètre de flamme adéquat à une longueur d'onde d'environ 768 nm et la teneur de l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.6 Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)

Le chlorure de potassium présent dans le sol sous forme de potassium peut être caractérisé par la coloration de la flamme. L'échantillon est prélevé et digéré comme en 11.5.1. Un fil de platine propre est trempé dans l'échantillon et placé dans la partie la plus chaude de la flamme d'un bec Bunsen. Une flamme de couleur violet pâle de faible intensité indique la présence de potassium (Welcher, 1955).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE*

(Reproduction intégrale de l'édition anglaise)

12.1 Références

AAR 1983: Association of American Railroads, personal communication, Meier, G. (January, 1983).

ASS: Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario, not dated.

ASTM 1979: American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 31, Water, Philadelphia, PA, D1428C, D1192, D3370 (1979).

ASTM 1980: American Society for Testing and Materials, Compilation of Odor and Taste Threshold Values Data, Philadelphia, PA, ASTM Data Series DS-48A (1980).

Bailar 1973: Bailar, J.C. (ed.), Comprehensive Inorganic and Metal-Organic Compounds, Pergamon Press, London (1973).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario (December, 1980).

CCP 1982: "Potash", Canadian Chemical Processing, Vol. 66, No. 3, p. 18 (May 14, 1982).

CCPA 1981: The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario (October, 1981).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX (1967).

CLC 1974: Association of American Railroads, The Car and Locomotive Cyclopedia of American Practices, published by Simmons-Boardman, Omaha, NB (1974).

Corpus 1984: Corpus Information Services Ltd., "Potash", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario (February 15, 1984).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH (1980).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI (1978).

* Dillon 1982: Dillon, M.M., Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada (1982).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI (1972).

DPPED 1967: DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario (1967).

---

* Publié également en français.

Eco/Log 1981: "Environmental Studies to Begin For First Manitoba Potash Mine", Eco/Log, 9, No. 20 (29 May, 1981).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1980).

FC 1981: Farm Chemicals, "Do You Know Your Fertilizers - Part 6 - Potash", pp. 62-66 (October, 1981).

FKC 1975: Lowenheim, F.A. and M.K. Moran, Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY (1975).

GF: GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA, not dated.

GPP: Uniroyal Inc., Guide to Polymer Properties, Mishawaka, IN, not dated.

Hart 1983: Hart, R.T., "The Effect of Potash Dust Emissions on Vegetation", POTASH '83, pp. 835-839 (1983).

Hesse 1972: Hesse, P.R., A Textbook of Soil Chemical Analysis, Chemical Publishing Co. Inc., New York, NY, pp. 143, 328 (1972).

HIS 1969: Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th edition, New York, NY (1969).

Hutcheson 1983: Hutcheson, M.S., "Toxicological Effects of Potash Brine on Bay of Fundy Marine Organisms", Marine Environ. Res., 9, pp. 237-255 (1983).

JANAF 1971: Stull, D.R., Prophet, H., JANAF Thermochemical Tables, second edition, Office of Standard Reference Data, U.S. National Bureau of Standards, Washington, DC (June, 1971).

JSSV 1979: Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY (1979).

Kerr-McGee Bulletin: Kerr-McGee Chemical Corporation, Industrial Bulletin, Oklahoma City, OK, not dated.

Kerr-McGee TIS 1979: Kerr-McGee Chemical Corporation, "Potassium Chloride", Technical Information Sheet, Bulletin 1031 H, Oklahoma City, OK (August, 1979).

Kerr-McGee MSDS 1980: Kerr-McGee Chemical Corporation, Material Safety Information Sheet, "Potash, Potassium Chloride", Oklahoma City, OK (October, 1980).

Kerr-McGee MSI 1980: Kerr-McGee Chemical Corporation, Material Safety Information, Oklahoma City, OK (October, 1980).

Kirk-Othmer 1982: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition John Wiley & Sons, New York, NY (1982).

Lange's Handbook 1979: Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY (1979).

* Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J. and E.O. Becker, First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA (1980).

Linke 1965: Linke, W.F., Solubilities of Inorganic and Metal-Organic Compounds, American Chemical Society, Washington, DC (1965).

MWPP 1978: Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec (1978).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, seventh edition, Boston, MA (1978).

NIOSH 1979: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, second edition, Vol. 5, P & CAM 173, Cincinnati, OH (August, 1979).

* NRCC 1977: NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, The Effects of Alkali Halides in the Canadian Environment, National Research Council Canada, Ottawa, Ontario, NRCC No. 15019 (1977).

PCS 1982: Personal Communication, International Minerals and Chemical Corporation, Toronto, Ontario (February, 1982).

Perry 1973: Perry, R.H. and C.H. Chilton, (eds.), Chemical Engineer's Handbook, fifth edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY (1973).

Redmann 1978: Redmann, R.E., E.H. Halstead and L.J. Townley-Smith, "Airborne Salt from Potash Mines: Impacts on Trees and Soils", Proceedings of the Canadian Land Reclamation Association, 4th Conference, Saskatchewan (1978).

Redmann 1983: Redmann, R.E., "Resistance of Plant Species to Airborne Residual Salts from Potash Refineries", POTASH '83, pp. 823-827 (1983).

Rosenstock 1977: Rosenstock, H.M., K. Draxl, B. Steiner and J.T. Herron, Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC (1977).

RTECS 1979: Lewis, R.J. and R.L. Tatken, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH (September, 1980).

Sask. APCA 1978: Air Pollution Control Act, R.S. Saskatchewan 1978, C.A-17, Schedule 1, Ambient Air Quality Standards (1978).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, fifth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1979).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario (1979).

Srivastava 1982: Srivastava, P.N. and A.S. Narain, "Leucocytic and Haemostatic Reactions of the Indian Catfish, *Meteropneustes fossils*, Subjected to Environmental Pollution by Sewage, Fertilizers and Insecticides", acta Pharmacol. Toxicol., 50, p. 13 (1982).

* Publié également en français.

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL (May, 1979).

TDB (on-line) 1981: Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC (1981).

* TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada (June, 1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV•s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH (1983).

TPS 1978: GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA (1978).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim (1975).

Welcher 1955: Welcher, F.J. and R.B. Hahn, Semimicro Qualitative Analysis, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, NJ, p. 432 (1955).

WQC 1963: McKee, J.E. and H.W. Wolf, Water Quality Criteria, second edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board (1963).

WQCDB-3 1971: Water Quality Criteria Data Book: Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 3 (May, 1971).

WQCDB-5 1973: Water Quality Criteria Data Book: Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 5 (September, 1973).

12.2 Bibliographie

Air Pollution Control Act, R.S. Saskatchewan 1978, C.A-17, Schedule 1, Ambient Air Quality Standards (1978).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV•s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH (1983).

American Society for Testing and Materials, Compilation of Odor and Taste Threshold Values Data, Philadelphia, PA, ASTM Data Series DS-48A (1980).

American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Part 31, Water, Philadelphia, PA, D1428C, D1192, D3370 (1979).

Association of American Railroads, personal communication, Meier, G. (January, 1983).

Association of American Railroads, The Car and Locomotive Cyclopedia of American Practices, published by Simmons-Boardman, Omaha, NB (1974).

* Publié également en français.

Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario, not dated.

Bailar, J.C. (ed.), Comprehensive Inorganic and Metal-Organic Compounds, Pergamon Press, London (1973).

The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario (October, 1981).

Corpus Information Services Ltd., "Potash", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario (February 15, 1984).

Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY (1979).

* Dillon, M.M. Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada (1982).

DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario (1967).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI (1972).

"Environmental Studies to Begin For First Manitoba Potash Mine", Eco/Log, 9, No. 20 (29 May 1981).

Farm Chemicals, "Do You Know Your Fertilizers - Part 6 - Potash", pp. 62-66 (October, 1981).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL (May, 1979).

GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA, not dated.

GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA (1978).

Hart, R.T., "The Effect of Potash Dust Emissions on Vegetation", POTASH '83, pp. 835-839 (1983).

Hesse, P.R., A Textbook of Soil Chemical Analysis, Chemical Publishing Co. Inc., New York, NY, pp. 143, 328 (1972).

Hutcheson, M.S., "Toxicological Effects of Potash Brine on Bay of Fundy Marine Organisms", Marine Environ. Res., 9, pp. 237-255 (1983).

Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th edition, New York, NY (1969).

Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY (1979).

Kerr-McGee Chemical Corporation, Industrial Bulletin, Oklahoma City, OK, not dated.

---

* Publié également en français.

Kerr-McGee Chemical Corporation, "Potassium Chloride", Technical Information Sheet, Bulletin 1031 H, Oklahoma City, OK (August, 1979).

Kerr-McGee Chemical Corporation, Material Safety Information Sheet, "Potash, Potassium Chloride", Oklahoma City, OK (October, 1980).

Kerr-McGee Chemical Corporation, Material Safety Information, Oklahoma City, OK (October, 1980).

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition, John Wiley & Sons, New York, NY (1982).

* Lefèvre, M.J. and E.O. Becker, First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA (1980).

Lewis, R.J. and R.L. Tatken, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH (September, 1980).

Linke, W.F., Solubilities of Inorganic and Metal-Organic Compounds, American Chemical Society, Washington, DC (1965).

Lowenheim, F.A. and M.K. Moran, Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY (1975).

McKee, J.E. and H.W. Wolf, Water Quality Criteria, second edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board (1963).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, seventh edition, Boston, MA (1978).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, second edition, Vol. 5, P & CAM 173, Cincinnati, OH (August, 1979).

* NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, The Effects of Alkali Halides in the Canadian Environment, National Research Council Canada, Ottawa, Ontario, NRCC 15019 (1977).

Perry, R.H. and C.H. Chilton, (eds.), Chemical Engineer's Handbook, fifth edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY (1973).

Personal Communication, International Minerals and Chemical Corporation, Toronto, Ontario (February, 1982).

"Potash", Canadian Chemical Processing, 66, No. 3, p. 18 (May 14, 1982).

Redmann, R.E., E.H. Halstead and L.J. Townley-Smith, "Airborne Salt from Potash Mines: Impacts on Trees and Soils", Proceedings of the Canadian Land Reclamation Association, 4th Conference, Saskatchewan (1978).

* Publié également en français.

Redmann, R.E., "Resistance of Plant Species to Airborne Residual Salts from Potash Refineries", POTASH '83, pp. 823-827 (1983).

Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montréal, Québec (1978).

Rosenstock, H.M., K. Draxl, B. Steiner and J.T. Herron, Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC (1977).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, fifth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1979).

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario (1979).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, 64, No. 9, Don Mills, Ontario (December, 1980).

Srivastava, P.N. and A.S. Narain, "Leucocytic and Haemostatic Reactions of the Indian Catfish, *Meteropneustes fossils*, Subjected to Environmental Pollution by Sewage, Fertilizers and Insecticides", Acta Pharmacol. Toxicol., 50, p. 13 (1982).

Stull, D.R. and H. Prophet, JANAF Thermochemical Tables, second edition, Office of Standard Reference Data, U.S. National Bureau of Standards, Washington, DC (June, 1971).

Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC (1981).

* Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, 1 (Lists), 2, Ottawa, Canada (June, 1980).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim (1975).

Uniroyal Inc., Guide to Polymer Properties, Mishawaka, IN, not dated.

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1980).

Water Quality Criteria Data Book: Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 3 (May, 1971).

Water Quality Criteria Data Book: Effects of Chemicals on Aquatic Life, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 5 (September, 1973).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH (1980).

Welcher, F.J. and R.B. Hahn, Semimicro Qualitative Analysis, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, NJ, p. 432 (1955).

---

* Publié également en français.